

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/018968

International filing date: 13 December 2004 (13.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2003-430233  
Filing date: 25 December 2003 (25.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 04 February 2005 (04.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

13.12.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年 1 2 月 2 5 日  
Date of Application:

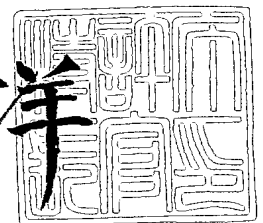
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 4 3 0 2 3 3  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 4 3 0 2 3 3 ]

出      願      人            トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 5 年   1 月 2 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願  
【整理番号】 1031965  
【提出日】 平成15年12月25日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 B60R 16/02  
B60K 41/00

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 橋本 佳幸

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 廣瀬 正典

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 大竹 宏忠

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 高松 秀樹

【特許出願人】  
【識別番号】 000003207  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100064746  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】  
【識別番号】 100085132  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】  
【識別番号】 100112715  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 松山 隆夫

【選任した代理人】  
【識別番号】 100112852  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 武藤 正

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 008268  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0209333

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

車両を制御する統合制御システムであって、  
前記システムは、自律的および並列的に動作する少なくとも 3 つのサブシステムを含み

、  
前記サブシステムは、

前記少なくとも 1 つのサブシステムに対する作動要求に関する情報を検知するための検知手段と、

自己のサブシステム以外の他のサブシステムと接続するための接続手段と、

前記検知された作動要求に関する情報に基づいて、自己のサブシステムの個々の制御目標に関する情報を生成するための生成手段とを含む、車両の統合制御システム。

**【請求項 2】**

前記生成手段は、前記検知された作動要求に関する情報に基づいて、自己のサブシステムの個々の制御目標に関する情報を、複数の情報を調停することにより生成するための調停手段を含む、請求項 1 に記載の車両の統合制御システム。

**【請求項 3】**

車両を制御する統合制御システムであって、

前記システムは、自律的および並列的に動作する少なくとも 3 つのサブシステムを含み

、  
前記サブシステムは、

前記少なくとも 1 つのサブシステムに対する作動要求に関する情報を検知するための検知手段と、

自己のサブシステム以外の他のサブシステムと接続するための接続手段と、

前記検知された作動要求に関する情報に基づいて、自己のサブシステムの個々の制御目標に関する情報を、複数の情報を調停することにより、生成するための調停手段とを含む、車両の統合制御システム。

**【請求項 4】**

前記調停手段は、情報の優先度を決定するための手段を含む、請求項 2 または 3 に記載の車両の統合制御システム。

**【請求項 5】**

前記調停手段は、情報を補正するための手段を含む、請求項 2 または 3 に記載の車両の統合制御システム。

**【請求項 6】**

前記調停手段は、情報を加工するための手段を含む、請求項 2 または 3 に記載の車両の統合制御システム。

**【請求項 7】**

前記サブシステムは、駆動系制御サブシステム、制動系制御サブシステム、および旋回系制御サブシステムである、請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の車両の統合制御システム。

**【請求項 8】**

前記サブシステムは、前記車両を自動運転または擬似自動運転するために、前記車両を制御する自動運転サブシステムをさらに含む、請求項 7 に記載の車両の統合制御システム。

**【請求項 9】**

前記サブシステムは、前記車両の挙動状態を安定化させるために、前記車両を制御する動的安定化サブシステムをさらに含む、請求項 7 に記載の車両の統合制御システム。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車両の統合制御システム

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両に搭載された複数のアクチュエータを制御するシステムに関し、特に、相互に干渉する可能性を含む複数のアクチュエータを統合的に制御するシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

最近、車両の運動を制御する運動制御装置を同じ車両に多種類搭載する傾向が増加している。しかし、種類が異なる運動制御装置は、それぞれによって実現される効果が互いに独立して車両に現れるとは限らず、相互に干渉する可能性がある。そのため、複数種類の運動制御装置を搭載するように車両を開発する場合には、それら運動制御装置間の連携・協調を十分に図ることが重要である。

【0003】

たとえば、ある車両の開発過程において、複数の種類の運動制御装置を1台の車両に搭載することが必要である場合、それら運動制御装置を互いに独立して開発した後に、それら運動制御装置間の連携および協調を補充的にまたは追加的に実現することは可能である。

【0004】

しかしながら、このような形で複数種類の運動制御装置を開発する場合には、それら運動制御装置間の連携および協調を図るために多くの手間と長い期間とが必要になることが多い。

【0005】

車両に複数の種類の運動制御装置を搭載する形式として、それら運動制御装置が同じアクチュエータを共有する形式がある。この形式においては、それら運動制御装置が同時に同じアクチュエータを作動させることが必要となったとき、このような競合をどのようにして解決するかという問題に直面する。

【0006】

そして、前述のように、それら運動制御装置を互いに独立して開発した後にそれら運動制御装置間の連携および協調を補充的にまたは追加的に実現しようとする場合には、上述の問題を理想的に解決するのは困難である。現実には、それら運動制御装置のうちのいずれかを他より優先させるべく選択し、その選択された運動制御装置のみにそのアクチュエータを占有させることにより解決せざるを得ない場合がある。

【0007】

車両を所望の挙動に動かすために、複数のアクチュエータを搭載した車両における上述した問題点に関する技術が、以下の公報に開示されている。

【0008】

特開平5-85228号公報（特許文献1）は、開発期間を短縮し、車両の確実性、使用性およびサービスの容易性を向上させることのできる車両の電子装置を開示する。この車両の電子制御装置は、少なくともエンジン出力、駆動出力、制動工程に関して制御課題を実行する要素と、制御課題を実行する要素の協働を調整し運転者の意図に従って車両の運転特性を制御する要素とからなり、各要素が階層構造の形で配置されており、運転者の意図を対応する運転特性に変換する際に、階層レベルの少なくとも1つの調整要素が、次の階層レベルの要素に、従って運転者と車両のシステムの所定の下位システムにそれぞれ高位の階層レベルからこの下位システムに要求される特性を供給して作用することを特徴とするものである。

【0009】

この車両の電子制御装置によると、システム全体を階層構造にすることによって、命令を上から下へだけに伝達することができる。運転者の意図を実行する命令はこの方向に伝

達される。それによって互いに独立した要素の分かりやすい構成が得られる。個々のシステムの結合はかなりの程度まで減少させることができる。個々の要素が互いに独立していることによって、これら個々の要素を同時に並行して開発することができる。それによって各要素を所定の目的に従って開発することができる。単に高位の階層レベルに対する小数のインターフェイスと低位の階層レベルに対するわずかなインターフェイスを考慮するだけでよい。それによって燃料消費、環境適合性、安全性および快適性などに対する要請に関して運転者と車両のシステムを全体として最適化することができる。その結果、開発期間を短縮し、車両の確実性、使用性およびサービスの容易性を向上させることのできる車両の電子装置を提供することができる。

#### 【0010】

特開 2003-191774 号公報（特許文献 2）は、車両において複数種類の運動制御を実行するために複数のアクチュエータを統合的に制御する装置のソフトウェア構成を適正に階層化し、それにより、その階層構造を実用性の観点から最適化する統合型車両運動制御装置を開示する。この統合型車両運動制御装置は、運転者による車両の運転に関連する運転関連情報に基づいて複数のアクチュエータをコンピュータによって統合的に制御することにより、車両において複数種類の車両運動制御を実行する統合型車両運動制御装置であって、そのハードウェア構成とソフトウェア構成とのうちの少なくともソフトウェア構成が、運転者から複数のアクチュエータに向かう向きに階層化された複数の部分を含み、かつ、それら複数の部分は、（a）上位において、運転関連情報に基づいて目標車両状態量を決定する指令部と、（b）下位において、決定された目標車両状態量を指令部から指令として受け取り、その受け取った指令を複数のアクチュエータのうちの少なくとも 1 つを介して実行する実行部とを含み、かつ、指令部は、各々が複数のアクチュエータを統合的に制御するための指令を発する上位指令部と下位指令部とを含み、かつ、その上位指令部は、運転関連情報に基づき、車両の動的挙動を考慮しないで第 1 の目標車両状態量を決定し、その決定された第 1 の目標車両状態量を下位指令部に供給し、一方、その下位指令部は、上位指令部から受け取った第 1 の目標車両状態量に基づき、車両の動的挙動を考慮して第 2 の目標車両状態量を決定し、その決定された第 2 の目標車両状態量を実行部に供給し、かつ、上位指令部、下位指令部および実行部は、それぞれ、ソフトウェア構成上互いに独立した複数のモジュールをコンピュータに実行させることにより、それぞれに与えられた固有の機能を実現するものである。

#### 【0011】

この統合型車両運動制御装置によると、そのハードウェア構成とソフトウェア構成とのうちの少なくともソフトウェア構成が、（a）運転者から複数のアクチュエータに向かう向きの上位において、運転関連情報に基づいて目標車両状態量を決定する指令部と、（b）下位において、その決定された目標車両状態量を指令部から指令として受け取り、その受け取った指令を複数のアクチュエータのうちの少なくとも 1 つを介して実行する実行部とを含むように階層化される。すなわち、この装置によれば、その少なくともソフトウェア構成が、指令部と実行部とが互いに分離されるように階層化されるのである。それら指令部と実行部とは、ソフトウェア構成上互いに独立させられているため、各々については、他方に影響を与えることなく、開発、設計、設計変更、デバック等の作業を行うことが可能となり、両方についての作業を互いに並行して行なうことも可能となる。その結果、統合型車両運動制御装置によれば、その全体のソフトウェア構成に対して行うことが必要な作業の期間を容易に短縮可能となる。

【特許文献 1】特開平 5-85228 号公報

【特許文献 2】特開 2003-191774 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0012】

しかしながら、特許文献 1 に開示された車両の電子制御装置においては、システム全体を階層構造としたため、高位の階層レベルにおけるシステムダウンの発生により車両の制

御性が低下する。

【0013】

特許文献2に開示された統合型車両運動制御装置においては、特許文献1における階層構造を具体的に開示したものであって、階層構造を実用性の観点から最適化している。より具体的には、ソフトウェア構成を少なくとも指令部と実行部とに互いに分離させて階層化している。このように独立性を持たせたので開発の並行処理等については有利であろうが、階層化という基本的な概念に依存する問題点は解決していない。

【0014】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであって、その目的は、車両の制御目標を一箇所で生成するようなシステムを構成しないで、フェイルセーフ性を向上させるとともに、車両制御機能の追加に容易に対応可能な、車両の統合制御システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

第1の発明に係る車両の統合制御システムは、自律的および並列的に動作する少なくとも3つのサブシステムを含む。これらのサブシステムは、少なくとも1つのサブシステムに対する作動要求に関する情報を検知するための検知手段と、自己のサブシステム以外の他のサブシステムと接続するための接続手段と、検知された作動要求に関する情報に基づいて、自己のサブシステムの個々の制御目標に関する情報を生成するための生成手段とを含む。

【0016】

第1の発明によると、たとえば、サブシステムとして、少なくとも、駆動系装置を制御する駆動系制御サブシステムと、制動系装置を制御する制動系制御サブシステムと、旋回系装置を制御する旋回系制御サブシステムとを含む。これらのサブシステムは、互いに自律的および並列的に動作する。たとえば、駆動系制御サブシステムの検知手段により運転者の要求であるアクセルペダル操作が検知されて、制動系制御ユニットの検知手段により運転者の要求であるブレーキペダル操作や、車両の車速、前後加速度、横加速度、ヨーレートなどの車両の挙動が検知されて、旋回系制御ユニットの検知手段により運転者の要求である操舵操作が検知される。これらのサブシステムにおいては、自己のサブシステム以外の他のサブシステムとが接続されており、これらのサブシステムにおける生成手段は、検知された情報と他のサブシステムから受け取った情報とに基づいて、自己のサブシステムの個々の制御目標に関する情報（たとえば、車両の挙動を制御するための制御目標に関する情報）を生成する。駆動系制御サブシステムの生成手段は、駆動基本ドライバモデルを用いてアクセルペダル操作により算出された情報や他のサブシステムから入力された情報に基づいて駆動系の制御目標を生成して、制動系制御サブシステムにおける生成手段は、制動基本ドライバモデルを用いてブレーキペダル操作により算出された情報や他のサブシステムから入力された情報に基づいて制動系の制御目標を生成して、旋回系制御サブシステムにおける生成手段は、旋回基本ドライバモデルを用いて操舵操作により算出された情報や他のサブシステムから入力された情報に基づいて旋回系の制御目標を生成する。このとき、生成手段においては、たとえば複数の情報の中のいずれを優先させるのかなどの調停が行なわれる。このようにして、3つのサブシステムに含まれる接続手段を用いて必要な情報を通信して、それぞれの生成手段において必要な制御目標（自己のサブシステムの個々の制御目標に関する情報）を生成することができる。このとき、マスターユニットを有することなく、分散的な制御が可能になり、フェイルセーフ性を高めることができる。また、自律的に動作するので、各制御ユニットおよび処理ユニット単位での開発が可能である。さらにこのような3つのサブシステムに加えて、新規の運転支援機能を付加する際には、新たなサブシステムを追加して、そのサブシステムと従来からあるサブシステムとを通信手段を用いて必要な情報を通信するだけで、新たな機能（たとえば、クルーズコントロールなどの運転支援システム（DSS: Driving Support System）や車両運動制御システム（VDM: Vehicle Dynamics Management））などを実現できる。その結果、車

両の制御目標を一箇所で生成するようなシステムを構成しないで、フェイルセーフ性を向上させるとともに、車両制御機能の追加に容易に対応可能な、車両の統合制御システムを提供することができる。

#### 【0017】

第2の発明に係る車両の統合制御システムにおいては、第1の発明の構成に加えて、生成手段は、検知された作動要求に関する情報に基づいて、自己のサブシステムの個々の制御目標に関する情報を、複数の情報を調停することにより生成するための調停手段を含む。

#### 【0018】

第2の発明によると、たとえば、第1の発明のように3つの駆動系制御サブシステム、制動系制御サブシステムおよび旋回系制御サブシステムに加えて、DSSを実現するサブシステムが、それぞれが自律的かつ並列的に動作するように構成される。このような構成であって、たとえば、DSSを実現するサブシステムから駆動系制御サブシステムに駆動要求情報が送信されてきた場合、DSSを実現するサブシステムの調停手段は、運転者の要求以外に入力されたDSSから受信した情報を車両の運動制御に反映させるか否か、反映させるのであればどの程度まで反映させるのかなどを判断したりする調停を実行する。この調停の結果、駆動制御の制御目標が生成される。すなわち、あるサブシステムから他のサブシステムへ通信された情報がそのまま受信側のサブシステムにおいて用いられて運動制御の目標が生成されるのではなく、調停手段により調停されてから、制御目標が生成される。このように、サブシステムは、自律的に動作するので、各サブシステム単位での開発が可能であるとともに、新規の運転支援機能などを付加する際には、サブシステムを追加するのみで実現可能となる。その結果、車両の制御目標を一箇所で生成するようなシステムを構成しないで、フェイルセーフ性を向上させるとともに、車両制御機能の追加に容易に対応可能な、車両の統合制御システムを提供することができる。

#### 【0019】

第3の発明に係る車両の統合制御システムは、自律的および並列的に動作する少なくとも3つのサブシステムを含む。これらのサブシステムは、少なくとも1つのサブシステムに対する作動要求に関する情報を検知するための検知手段と、自己のサブシステム以外の他のサブシステムと接続するための接続手段と、検知された作動要求に関する情報に基づいて、自己のサブシステムの個々の制御目標に関する情報を、複数の情報を調停することにより、生成するための調停手段とを含む。

#### 【0020】

第3の発明によると、たとえば、車両の基本動作である「走る」動作に対応する駆動系制御サブシステム、「止まる」動作に対応する制動系制御サブシステム、「曲がる」動作に対応する旋回系制御サブシステムを、それぞれが自律的および並列的に動作可能であるように構成される。これらに加えて、たとえば、高度な運転支援システム（たとえばDSS）を実現させる場合には、これらの駆動系制御サブシステム、制動系制御サブシステムおよび旋回系制御サブシステムに加えて、高度な運転支援を実現する高度運転支援サブシステムが、さらに自律的かつ並列的に動作するように構成される。このような構成であって、高度運転支援サブシステムから駆動系制御サブシステムに駆動要求情報が送信されてきた場合、高度運転支援サブシステムの調停手段は、運転者の要求以外に入力された高度運転支援サブシステムから受信した情報を車両の運動制御に反映させるか否か、反映させるのであればどの程度まで反映させるのかなどを判断したりする調停を実行する。この調停の結果、駆動制御の制御目標が生成される。すなわち、あるサブシステムから他のサブシステムへ通信された情報がそのまま受信側のサブシステムにおいて用いられて運動制御の目標が生成されるのではなく、調停手段により調停されてから、制御目標が生成される。このように、サブシステムは、自律的に動作するので、各サブシステム単位での開発が可能であるとともに、新規の機能などを付加する際には、サブシステムを追加するのみで実現可能となる。さらにその場合に、サブシステムの通信手段を用いて、サブシステムどうしを接続して、必要な情報を通信することで、サブシステムを容易に追加することがで



きる。このように1つ（たとえば、高度運転支援サブシステム）が動作不良に陥っても、他の3つのサブシステム（駆動系制御サブシステム、制動系制御サブシステムおよび旋回系制御サブシステム）が動作していれば、サブシステムどうしは自律的かつ並列的に動作しているので車両の基本的な動作は維持できる。その結果、車両の制御目標を一箇所で生成するようなシステムを構成しないで、フェイルセーフ性を向上させるとともに、車両制御機能の追加に容易に対応可能な、車両の統合制御システムを提供することができる。

#### 【0021】

第4の発明に係る車両の統合制御システムにおいては、第2または3の発明の構成に加えて、調停手段は、情報の優先度を決定するための手段を含む。

#### 【0022】

第4の発明によると、たとえば駆動系制御サブシステムにおいて制御目標を生成する場合において、複数のサブシステムから情報を受信した場合、アクセルペダルの操作量に基づく制御目標値に関する情報と、受信した情報とのいずれを（さらに他のサブシステムから情報を受信した場合も含む）優先させるのかを定める優先度が決定される。決定された優先度を用いて、制御目標が生成されるので、たとえば、運転者によるアクセル操作量に基づく駆動制御の目標を生成するための情報を優先させるのか、高度運転支援サブシステムから受信した駆動制御の目標を生成するための情報を優先させるのかを、適宜決定することができる。

#### 【0023】

第5の発明に係る車両の統合制御システムにおいては、第2または3の発明の構成に加えて、情報を補正するための手段を含む。

#### 【0024】

第5の発明によると、たとえば、検知された情報（アクセルペダル開度やブレーキペダル開度）と、他のサブシステムから受信した情報とを調停するために、たとえば重み付け演算処理により制御目標値を補正して、制御目標を生成することができる。

#### 【0025】

第6の発明に係る車両の統合制御システムにおいては、第2または3の発明の構成に加えて、調停手段は、情報を加工するための手段を含む。

#### 【0026】

第6の発明によると、たとえば、検知された情報（路面摩擦係数）を他のサブシステムにおいてもその値を使用して調停できるように、リスク度合いなどの情報に加工して、他のサブシステムに出力することができる。このような情報を受信した他のサブシステムにおいては、その情報を加工することなく制御目標の生成に用いることができる。

#### 【0027】

第7の発明に係る車両の統合制御システムにおいては、第1～6のいずれかの発明の構成に加えて、サブシステムは、駆動系制御サブシステム、制動系制御サブシステム、および旋回系制御サブシステムである。

#### 【0028】

第7の発明によると、車両の基本動作である「走る」動作に対応する駆動系制御サブシステム、「止まる」動作に対応する制動系制御サブシステム、「曲がる」動作に対応する旋回系制御サブシステムを、それぞれが自律的および並列的に動作可能であるように構成される。これらに加えて、たとえば、高度な運転支援システムを実現させる場合には、これらのサブシステムに、高度運転支援システムを実現する演算ユニット（サブシステム）を追加するだけでよい。

#### 【0029】

第8の発明に係る車両の統合制御システムにおいては、第7の発明の構成に加えて、サブシステムは、車両を自動運転または擬似自動運転するために、車両を制御する自動運転サブシステムをさらに含む。

#### 【0030】

第8の発明によると、3つの基本サブシステム（駆動系制御サブシステム、制動系制御

サブシステムおよび旋回系制御サブシステム)に加えて、自動運転サブシステムを加えた。このとき、3つの基本サブシステムも自動運転サブシステムも、自律的かつ並列的に動作しているので、別々に開発が可能であり、容易に機能を付加できる。この付加される機能は、たとえば車両の車種ごとに内容を変更することが容易になる。なお、この擬似自動運転機能は、クルーズコントロール機能およびレーンキープアシスト機能などの自動運転に準ずる機能を含むものである。

#### 【0031】

第9の発明に係る車両の統合制御システムにおいては、第7の発明の構成に加えて、サブシステムは、車両の挙動状態を安定化させるために、車両を制御する動的安定化サブシステムをさらに含む。

#### 【0032】

第9の発明によると、車両に装備された各種センサにより車両の挙動状態が検知される。たとえば、車両の前後方向の加速度や横方向の加速度などである。路面の摩擦係数が低くて車両がスリップする傾向を検知していると、動的安定化サブシステムは、車両にスリップさせないように制御目標値に関する情報を生成する。これを駆動系制御サブシステムが受信すると、車両の運転者が操作したアクセルペダル操作量よりも、この受信した情報を調停手段が優先して採用する。そのため、車両の運転者による操作よりも、車両を安定化させることができる制御システムを容易に構成できる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0033】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがってそれらについての詳細な説明は繰返さない。

#### 【0034】

##### <第1の実施の形態>

図1を参照して、本発明の実施の形態に係る車両の統合制御システムのブロック図を説明する。この車両の統合制御システムは、内燃機関(エンジン)を駆動源とする車両に搭載されている。なお、駆動源は、エンジンなどの内燃機関に限定されず、電気モータのみやエンジンと電気モータとの組合せであってもよく、電気モータの動力源は、二次電池や燃料電池であってよい。

#### 【0035】

この車両は、前後左右にそれぞれ車輪100を備える。図1において「FL」は左前輪、「FR」は右前輪、「RL」は左後輪、「RR」は右後輪をそれぞれ示す。

#### 【0036】

この車両は、動力源としてエンジン140を搭載している。このエンジン140の運転状態は、運転者によるアクセルペダル(車両の駆動に関して運転者が操作する対象の一例である)200の操作量に応じて電氣的に制御される。エンジン140の運転状態は、また、必要に応じて、運転者によるアクセルペダル200の操作(以下、「駆動操作」または「加速操作」という)とは無関係に自動的に制御される。

#### 【0037】

このようなエンジン140の電気制御は、たとえば、図示しないが、エンジン140の吸気マニホールド内に配置されたスロットルバルブの開度(すなわち、スロットル開度)の電気制御により実現したり、エンジン140の燃焼室に噴射される燃料の量の電気制御により実現することが可能である。

#### 【0038】

この車両は、左右前輪が転動輪、左右後輪が駆動輪である後輪駆動式である。そのため、エンジン140は、トルクコンバータ220、トランスミッション240、プロペラシャフト260およびデファレンシャル280と、各後輪とともに回転するドライブシャフト300とをそれらの順に介して各後輪に連結されている。トルクコンバータ220、トランスミッション240、プロペラシャフト260およびデファレンシャル280は、左

右後輪に共通の伝達要素である。

【0039】

トランスミッション240は、図示しない自動変速機を備えている。この自動変速機は、エンジン140の回転速度をトランスミッション240のアウトプットシャフトの回転速度に変速する際の変速比を電氣的に制御する。

【0040】

車両は、運転者により回転操作されるステアリングホイール440を備えている。そのステアリングホイール440には、操舵反力付与装置480により、運転者による回転操作（以下、「操舵」という）に応じた反力が操舵反力として電氣的に付与される。その操舵反力の大きさは電氣的に制御可能とされている。

【0041】

左右前輪の向きすなわち前輪舵角は、フロントステアリング装置500によって電氣的に変化させられる。フロントステアリング装置500は、運転者によりステアリングホイール440が回転操作された角度すなわち操舵角に基づいて前輪舵角を制御し、また、必要に応じ、その回転操作とは無関係に自動的に前輪舵角を制御する。すなわち、本実施の形態においては、ステアリングホイール440と左右前輪とが機械的には絶縁されているのである。

【0042】

左右後輪の向きすなわち後輪舵角も、前輪舵角と同様に、リヤステアリング装置520によって電氣的に変化させられる。

【0043】

各車輪100には、その回転を抑制するために作動させられるブレーキ560が設けられている。各ブレーキ560は、運転者によるブレーキペダル（車両の制動に関して運転者が操作する対象の一例である）580の操作量に応じて電氣的に制御され、また、必要に応じ、自動的に各車輪100ごとに個別に制御される。

【0044】

この車両においては、各車輪100が、各サスペンション620を介して車体（図示しない）に懸架されている。各サスペンション620の懸架特性は、個別に電氣的に制御可能となっている。

【0045】

以上のように説明した車両の各構成要素は、それを電氣的に作動させるために作動させられる以下のアクチュエータを備えている。

- (1) エンジン140を電氣的に制御するためのアクチュエータ
- (2) トランスミッション240を電氣的に制御するためのアクチュエータ
- (3) 操舵反力付与装置480を電氣的に制御するためのアクチュエータ
- (4) フロントステアリング装置500を電氣的に制御するためのアクチュエータ
- (5) リヤステアリング装置520を電氣的に制御するためのアクチュエータ
- (6) 各ブレーキ560に個別に関連して設けられ、各ブレーキ560により各車輪100に加えられる制動トルクを個別に電氣的に制御するための複数のアクチュエータ
- (7) 各サスペンション620に個別に関連して設けられ、各サスペンション620の懸架特性を個別に電氣的に制御するための複数のアクチュエータ

図1に示すように、車両の統合制御システムは、以上のように説明した複数のアクチュエータに接続された状態で車両に搭載されている。この運動制御装置は、図示しないバッテリ（車両電源の一例である）から供給される電力により作動させられる。

【0046】

さらに、これらに加えて、アクセルペダル200にアクセルペダル反力付与装置を設けて、そのアクセルペダル反力付与装置を電氣的に制御するためのアクチュエータを設けるようにしてもよい。

【0047】

図2に、本実施の形態に係る車両の統合制御システムの制御構造を表わす概念図を示す

。この車両の統合制御システムは、車両の基本動作である「走る」動作に対応する駆動系制御サブシステム、「止まる」動作に対応する制動系制御サブシステムおよび「曲がる」動作に対応する旋回系制御サブシステムから構成されるサブシステム 1（基本制御機能）と、VDMなどの車両における動的運動制御などを行なうサブシステム 2（車両の安定化制御機能）、DSSなどの車両の運転支援などを行なうサブシステム 3（運転支援機能）から構成される。

#### 【0048】

サブシステム 1 における駆動系制御サブシステムにおいては、検知された運転者の要求であるアクセルペダル操作やマニュアルモード操作に基づいて、駆動基本ドライバモデルを用いてアクセルペダル操作などの運転者の操作に対応する駆動系の制御目標が生成されて、アクチュエータが制御される。

#### 【0049】

駆動系制御サブシステムの要求部において、運転者のアクセルペダル開度などを検知するための検知センサからの入力信号が、駆動基本モデルを用いて解析されて、目標前後加速度  $G_x^*$  (DRV0) が算出される。駆動系制御サブシステムの調停部において、目標前後加速度  $G_x^*$  (DRV0) から目標駆動トルク  $\tau_x^*$  (DRV0) が算出される。この調停部において、目標駆動トルク  $\tau_x^*$  (DRV0) とサブシステム 2 から入力された情報（目標駆動トルク  $\tau_x^*$  (DRV)）との間で調停され、いずれかを選択したり、双方の値に基づき演算したりして、目標駆動トルク  $\tau_x^*$  (DRV) が算出される。この目標駆動トルク  $\tau_x^*$  (DRV) を発現するようにエンジン 100 のアクチュエータやトランスミッション 240 のアクチュエータが制御される。

#### 【0050】

サブシステム 1 における制動系制御サブシステムにおいては、検知された運転者の要求であるブレーキペダル操作に基づいて、制動基本ドライバモデルを用いてブレーキペダル操作などの運転者の操作に対応する制動系の制御目標が生成されて、アクチュエータが制御される。

#### 【0051】

制動系制御サブシステムの要求部において、運転者のブレーキペダル開度などを検知するための検知センサからの入力信号が、制動基本モデルを用いて解析されて、目標前後加速度  $G_x^*$  (BRK0) が算出される。制動系制御サブシステムの調停部において、目標前後加速度  $G_x^*$  (BRK0) から目標駆動トルク  $\tau_x^*$  (BRK0) が算出される。この調停部において、目標駆動トルク  $\tau_x^*$  (BRK0) とサブシステム 2 から入力された情報（目標駆動トルク  $\tau_x^*$  (BRK)）との間で調停され、いずれかを選択したり、双方の値に基づき演算したりして、目標駆動トルク  $\tau_x^*$  (BRK) が算出される。この目標駆動トルク  $\tau_x^*$  (BRK) を発現するようにブレーキ 560 のアクチュエータが制御される。

#### 【0052】

サブシステム 1 における旋回系制御サブシステムにおいては、検知された運転者の要求であるステアリング操作に基づいて、旋回基本ドライバモデルを用いてステアリング操作などの運転者の操作に対応する旋回系の制御目標が生成されて、アクチュエータが制御される。

#### 【0053】

旋回系制御サブシステムの要求部において、運転者のステアリング操作角度などを検知するための検知センサからの入力信号が、旋回基本モデルを用いて解析されて、目標タイヤ角が算出される。旋回系制御サブシステムの調停部において、目標タイヤ角とサブシステム 2 から入力された情報（タイヤ角  $\Delta$ ）との間で調停され、いずれかを選択したり、双方の値に基づき演算したりして、目標タイヤ角が算出される。この目標タイヤ角を発現するようにステアリングフロントステアリング装置 500 およびリヤステアリング装置 520 のアクチュエータが制御される。

#### 【0054】

このようなサブシステム 1 においては、サブシステム 2 およびサブシステム 3 に、情報が出力される。たとえば、駆動基本ドライバモデル、制動基本ドライバモデルおよび旋回基本ドライバモデルからドライバ意思を表わす情報が、サブシステム 3 の要求部に出力される。また、駆動基本ドライバモデル、制動基本ドライバモデルおよび旋回基本ドライバモデルの出力値である、目標前後加速度  $G_{x^*}$  (DRV0)、目標前後加速度  $G_{x^*}$  (BRK0) およびタイヤ角がサブシステム 2 の調停部に出力される。また、駆動系制御サブシステムの調停部および制動系制御サブシステムの調停部から、駆動アベイラビリティおよび制動アベイラビリティがサブシステム 2 の調停部に出力される。

#### 【0055】

サブシステム 1 における運転者の操作情報を含む各種の情報が、この共有情報（この共有情報は、共有信号とも記載する）として記憶される。共有情報として、ヨーレート  $\gamma$ 、前後方向車体速度  $V_x$ 、前後加速度  $G_x$ 、横加速度  $G_y$ 、路面摩擦係数  $\mu$  などがある。これらの共有情報は、サブシステム 1～3 の要求部に入力される。

#### 【0056】

サブシステム 2 は、様々な車両の運動状態を安定化させる機能を実現する。このサブシステム 2 および後述するサブシステム 3 は、前述のサブシステム 1 による基本車両制御機能に付加される機能を実現する。

#### 【0057】

サブシステム 2 は、その要求部に、旋回からの前後ドライバモデルと、前回ドライバモデルとを含む。共有情報およびサブシステム 1 から入力されたタイヤ角（旋回系制御サブシステムの旋回基本ドライバモデルで算出されたタイヤ角）を、旋回からの前後ドライバモデルを用いて解析して、目標前後加速度  $G_{x1^*}$  を算出する。また、共有情報およびサブシステム 1 から入力されたタイヤ角（旋回系制御サブシステムの旋回基本ドライバモデルで算出されたタイヤ角）を、旋回ドライバモデルを用いて解析して、目標横加速度  $G_y^*$  および目標ヨーレート  $\gamma^*$  を算出する。サブシステム 2 の要求部にて算出された情報は、調停部に入力される。

#### 【0058】

サブシステム 2 の調停部は、調停処理部と、3 自由度調停部と、路面状態判定部と、運動状態からの制限および変換部と、制駆動ステア分配部と、変換部と、4 輪制駆動分配部と、分配および変換部とを含む。

#### 【0059】

調停処理部は、サブシステム 3 の調停部から入力された運転支援機能を実現する目標前後加速度  $G_{x^*}$  (DSS) と、サブシステム 1 の駆動系制御サブシステムの駆動基本ドライバモデルで算出された目標前後加速度  $G_{x^*}$  (DRV0) と、サブシステム 1 の制動系制御サブシステムの制動基本ドライバモデルで算出された目標前後加速度  $G_{x^*}$  (BRK0) との間で、調停処理を行なう。このとき、サブシステム 1 の駆動系制御サブシステムの調停部から入力された駆動アベイラビリティおよびサブシステム 1 の制動系制御サブシステムの調停部から入力された制動アベイラビリティが用いられる。この調停処理部における調停処理の結果、3 自由度調停部に目標前後加速度  $G_{x0^*}$  が出力される。また、前後  $G$  アベイラビリティがサブシステム 3 の要求部に出力される。

#### 【0060】

3 自由度調停部は、要求部から入力された目標前後加速度  $G_{x1^*}$  と、目標横加速度  $G_y^*$  および目標ヨーレート  $\gamma^*$  と、調停処理部から入力された目標前後加速度  $G_{x0^*}$  と、サブシステム 3 の調停部から入力された目標前後加速度  $G_{x^*}$  (DSS) との間で調停処理が行なわれる。この 3 自由度調停部における調停処理の結果、運動状態からの制限および変換部に、目標前後加速度  $G_{x^*}$ 、目標横加速度  $G_y^*$ 、目標ヨーレート  $\gamma^*$ 、目標車体横滑り角  $\beta^*$ 、車体横速度の微分目標値  $dV_y^*$  が出力される。

#### 【0061】

共有情報の 1 つである路面の摩擦抵抗係数 ( $\mu$  値) と車輪速度  $V_w$  とサブシステム 1 の旋回系制御サブシステムの旋回基本ドライバモデルから出力されたタイヤ角とが、路面状

態判定部に入力される。路面状態判定部においては入力されたこれらの値に基づいて、演算を実行し、路面抵抗値である  $\mu$  値を運動状態からの制限および変換部に出力する。

#### 【0062】

運転状態からの制限および変換部においては、3自由度調停部から出力された目標前後加速度  $G_x^*$ 、目標横加速度  $G_y^*$ 、目標ヨーレート  $\gamma^*$ 、目標車体横滑り角  $\beta^*$ 、および車体横速度の微分目標値  $dV_y^*$  と、路面状態判定部から入力された  $\mu$  値とに基づいて演算を実行し、目標前後方向の力である  $F_x^*$ 、目標横方向の力である  $F_y^*$  および  $z$  軸まわり目標モーメント  $M^*$  を制駆動ステア分配部に出力する。また、運動状態からの制限および変換部からサブシステム 3 に旋回を加味した運動の前後値  $G$  の上下限がアベイラビリティとして出力される。

#### 【0063】

制駆動ステア分配部においては、運動状態からの制限および変換部から出力された目標前後方向の力  $F_x^*$ 、目標横方向の力  $F_y^*$  および  $z$  軸まわり目標モーメント  $M^*$  に基づいて制動系と駆動系とステアリング系との分配処理を実行し、変換部にタイヤ角  $\Delta$  を出力し、四輪制駆動分配部に目標前後方向の力  $F_x^*$  および  $z$  軸まわり目標モーメント  $M^*$  を出力する。四輪制駆動力分配部においては、制駆動ステア分配部から入力された車両前後方向の力  $F_x^*$  および  $z$  軸まわり目標モーメント  $M^*$  とに基づいて演算を実行し分配および変換部に演算結果を出力する。

#### 【0064】

サブシステム 2 の変換部により出力されたタイヤ角  $\Delta$  はサブシステム 1 の調停部に出力される。サブシステム 2 の分配および変換部から出力された目標制駆動トルク  $\tau_x^*$  (DRV) はサブシステム 1 の駆動系制御サブシステムの調停部に入力される。また、サブシステム 2 の分配および変換部から出力された目標制駆動トルク  $\tau_x^*$  (BRK) はサブシステム 1 の制動系サブシステムの調停部に出力される。

#### 【0065】

サブシステム 3 においては、その要求部に共有情報および環境情報が入力される。また、サブシステム 1 の基本駆動ドライバモデル、制動基本ドライバモデル、旋回基本ドライバモデルからドライバ意思を表わす情報が入力される。要求部において処理が実行され車間距離などに基づいて、たとえば、アダプティブクルーズコントロールを実現するための情報が調停部に出力される。また、サブシステム 3 の要求部においては、サブシステム 2 の調停部から前後  $G$  アベイラビリティが入力されるとともに、サブシステム 2 の運動状態からの制限および変換部から旋回を加味した運動の前後  $G$  の上下限值 (アベイラビリティ) が入力される。

#### 【0066】

サブシステム 3 の要求部から出力された情報に基づいて、サブシステム 3 の調停部は、運転支援部と介入制御部とにより、演算が実行される。運転支援部において目標前後化速度  $G_x^*$  (DSS) がサブシステム 2 の調停部に出力される。また介入制御部からサブシステム 2 の 3 自由度調停部に目標前後化速度  $G_x^*$  (DSS) が出力される。このサブシステム 3 は、擬似的な自動運転を実現するアダプティブクルーズコントローラなどである。このアダプティブクルーズコントローラには、前方走行車両との車間距離を一定に保つ機能や、車両走行中のレーンを維持する機能などを有する。

#### 【0067】

図 3～図 5 に、図 2 に示す車両の統合制御システムの実現構造を表わす図を示す。図 3 にサブシステム 3 の実現構造を、図 4 にサブシステム 2 の実現構造を、図 5 にサブシステム 1 の実現構造をそれぞれ示す。

#### 【0068】

図 3 に示すように、サブシステム 3 は、前述の図 2 で示した制御構造を実現する構造を有する。サブシステム 3 の調停器には、クルーズコントロール制御部を始めとする駆動系の制御を実行する制御部から  $G_x$  要求や  $G_x$  アベイラビリティ問合せが入力される。

#### 【0069】

図3に示す調停器においては、入力されたGx指令(Gx\_\_sys1)やGxアベイラビリティ(Gx\_\_avb)などに基づいて、サブシステム2に出力される、Gx指令やGxアベイラビリティ問合せが演算される。

**【0070】**

図4に示すように、サブシステム2の調停器には、旋回からの駆動ドライバモデルからGx要求(Gx\_\_drv1)や、Gxアベイラビリティ問合せが入力される。またサブシステム2の調停器には旋回ドライバモデルからGy要求(Gy\_\_drv2)、 $\gamma$ 要求( $\gamma$ \_\_drv)、Gyアベイラビリティ(Gy\_\_avb)問合せおよび $\gamma$ アベイラビリティ( $\gamma$ \_\_avb)問合せが入力される。

**【0071】**

サブシステム2の調停器においては、サブシステム3から入力された、Gx指令およびGxアベイラビリティ(Gx\_\_avb)問合せ、ならびに、サブシステム2内で入力されたGx要求、Gy要求、 $\gamma$ 要求、タイヤ角要求およびGxアベイラビリティ問合せ、Gyアベイラビリティ問合せ、 $\gamma$ アベイラビリティ問合せに基づいて演算を実行し、サブシステム1の駆動系の調停器である駆動調停器、制動系の調停器である制動調停器、ステアリング系の調停器であるステアリング調停器に出力する指令値を算出する。

**【0072】**

このとき、サブシステム2の調停器からサブシステム1の駆動調停器へは、駆動トルク指令( $\tau a$ )および駆動トルクアベイラビリティ( $\tau a$ \_\_avb)問合せが出力される。サブシステム2の調停器からサブシステム1の制動調停器へは制動トルク指令( $\tau b$ )および制動トルクアベイラビリティ( $\tau b$ \_\_avb)問合せが出力される。サブシステム2の調停器からサブシステム1のステアリング調停器へは、タイヤ角指令 $\Delta$ およびタイヤ角アベイラビリティ( $\Delta$ \_\_avb)問合せが出力される。

**【0073】**

図5に示すように、サブシステム1は、前述の説明のように、駆動制御系のサブシステム、制動制御系のサブシステム、ステアリング制御系のサブシステムを含む。図5に示すように、それぞれのサブシステムにおいては、駆動調停器、制動調停器およびステアリング調停器を含む構成を有する。

**【0074】**

図5に示すように駆動調停器へは、駆動基本ドライバモデルからGx要求(Gx\_\_drv3)およびGxアベイラビリティ(Gx\_\_avb)問合せと、サブシステム2の調停器からGx要求(Gx\_\_a)およびGxアベイラビリティ(Gx\_\_avb)問合せが入力される。駆動調停器においては基本駆動ドライバモデルから入力された運転者の要求とサブシステム2の調停器から入力された運転者の操作要求以外の情報とに基づいて駆動に関する目標値を調停して、パワートレーン制御部に駆動トルク指令( $\tau a$ \_\_out)および駆動トルクアベイラビリティ( $\tau a$ \_\_avb)問合せを出力する。

**【0075】**

パワートレーン制御部においては、実駆動トルクが駆動トルク指令( $\tau a$ \_\_out)になるようにパワートレーン(エンジン100およびトランスミッション240)が制御される。また、駆動調停器からサブシステム2の調停器に、Gx要求(Gx\_\_a)およびGxアベイラビリティ(Gx\_\_avb)回答が出力される。

**【0076】**

サブシステム1の制動制御系サブシステムの制動調停器には、制動基本ドライバモデルからGx要求およびGxアベイラビリティ問合せが入力される。また、制動調停器にはサブシステム2の調停器から制動トルク指令( $\tau b$ )および制動トルクアベイラビリティ( $\tau b$ \_\_avb)問合せが入力される。制動調停器においてはこれら入力された運転者の操作に基づく情報と、運転者の操作以外に基づく情報とに基づいて、これらの情報を調停して制動トルク指令( $\tau b$ \_\_out)および制動トルクアベイラビリティ( $\tau b$ \_\_avb)問合せをブレーキ制御部に出力する。ブレーキ制御部、制動調停器から出力された制動トルク指令( $\tau b$ \_\_out)を実現するように実制動トルクが制御される。このとき、ホイ

ールブレーキが制御されたり、さらにはハイブリッド車両などにおいてはモータジェネレータなどによる回生発電量を多くするように制御される。また、制動調停器からサブシステム 2 の調停器に、 $G_x$  要求 ( $G_x\_b$ ) および  $G_x$  アベイラビリティ ( $G_x\_avb$ ) 回答が出力される。

**【0077】**

サブシステム 1 のステアリング系サブシステムのステアリング調停器には、旋回基本ドライバモデルからタイヤ角要求およびタイヤ角アベイラビリティ問合せが入力される。また、ステアリング調停器にはサブシステム 2 の調停器からタイヤ角指令 ( $\Delta$ ) およびタイヤ角アベイラビリティ ( $\Delta\_avb$ ) 問合せが入力される。ステアリング調停器はこれら入力された情報を調停して、タイヤ角指令 ( $\Delta\_out$ ) およびタイヤ角アベイラビリティ ( $\Delta\_avb$ ) 問合せをステアリング制御部に出力する。ステアリング制御部は、入力されたタイヤ角指令 ( $\Delta\_out$ ) を実現するように実タイヤ角を制御する。また、ステアリング調停器からサブシステム 2 の調停器に、タイヤ角要求  $\Delta$  が出力される。

**【0078】**

以上のような車両の統合制御システムの制御構造ならびにその実現構造を有するそれぞれのサブシステムにおいて実行されるプログラムの制御構造についてフローチャートを用いて説明する。

**【0079】**

図 6 を参照して、サブシステム 3 のクルーズコントロール制御を実現するプログラムの制御構造について説明する。

**【0080】**

ステップ (以下、ステップを S と略す。) 100 にて、サブシステム 3 のクルーズコントロール制御部には、サブシステム 3 調停器から  $G_x$  アベイラビリティ ( $G_x\_avb$ ) が入力される。S110 にて、クルーズコントロール制御部は、入力された  $G_x$  アベイラビリティ ( $G_x\_avb$ ) および環境情報や共有情報などに基づいて、クルーズコントロール制御要求 ( $G_x\_ACC$ ) を生成する。この生成されたクルーズコントロール制御要求 ( $G_x\_ACC$ ) は、サブシステム 3 の調停器に入力される。

**【0081】**

図 7 を参照して、サブシステム 3 の調停器において実行されるプログラムの制御構造について説明する。

**【0082】**

S200 にて、サブシステム 3 の調停器には、クルーズコントロール制御部からクルーズコントロール制御要求 ( $G_x\_ACC$ ) が入力される。S210 にて、サブシステム 3 の調停器には他の制御要求 ( $G_x$  要求) が入力される。このとき、たとえば、事前衝突回避制御システムからの制御要求などが入力される。

**【0083】**

S220 にて、サブシステム 3 の調停器は、サブシステム 2 の調停器から  $G_x$  アベイラビリティ ( $G_x\_avb$ ) が入力される。S230 にて、サブシステム 3 の調停器は、クルーズコントロール制御要求 ( $G_x\_ACC$ )、他の制御要求 ( $G_x$  要求) の調停処理により  $G_x$  指令 ( $G_x\_sys1$ ) を生成する。このとき、たとえば、衝突防止システムからの  $G_x$  要求を優先させる判断が行われることなどにより、調停処理が実行される。

**【0084】**

図 8 を参照して、サブシステム 2 の旋回要求生成処理について説明する。

**【0085】**

S300 にて、サブシステム 2 の旋回ドライバモデルには、サブシステム 2 の調停器から車両横加速度  $G_y$ 、ヨーレート  $\gamma$  の各アベイラビリティ ( $G_y\_avb$ 、 $\gamma\_avb$ ) が入力される。S310 にて、旋回ドライバモデルは、ドライバモデルを用いて、旋回ドライバモデル要求 ( $G_y\_drv2$ 、 $\gamma\_drv$ ) を生成する。生成された旋回ドライバモデル要求 ( $G_y\_drv2$ 、 $\gamma\_drv$ ) は、調停器に出力される。なお、図 8 に示す旋回ドライバモデルにおける旋回要求生成は、旋回からの前後ドライバモデルにおいても



同じようなプログラムが実行されるので、ここでは詳細な説明は繰返さない。

【0086】

図9を参照して、サブシステム2の調停器において実行されるプログラムの制御構造について説明する。

【0087】

S400にて、サブシステム2の調停器には、サブシステム1からGx指令(Gx\_\_sys1)が入力される。S410にて、サブシステム2の調停器には、旋回からの前後ドライバモデル要求(Gx\_\_drv1)が入力される。S420にて、サブシステム2の調停器には、旋回ドライバモデルから旋回ドライバモデル要求(Gy\_\_drv2、 $\gamma$ \_\_drv)が入力される。

【0088】

S430にて、サブシステム2の調停器には、サブシステム1の各調停器から、駆動トルク、制動トルク、タイヤ角の各アベイラビリティ( $\tau a$ \_\_avb、 $\tau b$ \_\_avb、 $\Delta$ \_\_avb)が入力される。

【0089】

S440にて、サブシステム2の調停器は、Gx指令(Gx\_\_sys1)、前後ドライバモデル要求(Gx\_\_drv1)、旋回ドライバモデル要求(Gy\_\_drv2、 $\gamma$ \_\_drv)の調停処理と車両運動安定化演算処理とを実行する。この調停処理と車両運動安定化演算処理とにより、駆動トルク要求( $\tau a$ )、制動トルク要求( $\tau b$ )、タイヤ角要求( $\Delta$ )が生成される。この生成された駆動トルク要求( $\tau a$ )は、サブシステム1の駆動調停器へ出力される。制動トルク要求( $\tau b$ )はサブシステム1の制動調停器に出力される。タイヤ角要求( $\Delta$ )はサブシステム1のステアリング調停器に出力される。

【0090】

図10を参照して、サブシステム1の駆動調停器において実行されるプログラムの制御構造について説明する。

【0091】

S500にて、サブシステム1の駆動調停器には、サブシステム2の各調停器からGxアベイラビリティ(Gx\_\_avb)が入力される。S510にて、サブシステム1の駆動調停器には、駆動基本ドライバモデル要求(Gx\_\_drv3)が入力される。これは、サブシステム1の駆動制御系サブシステムの駆動基本ドライバモデルから駆動調停器に入力される。

【0092】

S520にて、サブシステム1の駆動調停器は、サブシステム2の各調停器へ出力するGx要求(Gx\_\_a)を生成する。生成されたGx要求(Gx\_\_a)は、サブシステムの各調停器へ出力される。

【0093】

S530にて、サブシステム1の駆動調停器には、サブシステム2から、駆動トルク要求( $\tau a$ )が入力される。S540にて、サブシステム1の駆動調停器は、駆動基本ドライバモデル要求(Gx\_\_drv3)、サブシステム2からの駆動トルク要求( $\tau a$ )とを調停処理により、パワートレーンへの要求( $\tau a$ \_\_out)を生成する。生成された要求( $\tau a$ \_\_out)は、パワートレーン制御部へ出力される。

【0094】

図11を参照して、サブシステム1の駆動基本ドライバモデルにおいて実行される旋回要求生成処理のプログラムの制御構造について説明する。

【0095】

S600にて、駆動基本ドライバモデルには、駆動調停器からGxアベイラビリティ(Gx\_\_avb)が入力される。S610にて、駆動基本ドライバモデルは、入力されたGxアベイラビリティ(Gx\_\_avb)を用いて、旋回ドライバモデル要求(Gx\_\_drv3)を生成する。生成された旋回ドライバモデル要求(Gx\_\_drv3)は、駆動調停器に出力される。

## 【0096】

図12を参照して、サブシステム1のパワートレーン制御部において実行されるプログラムの制御構造について説明する。

## 【0097】

S700にて、パワートレーン制御部には、駆動調停器から駆動トルク指令 ( $\tau a\_out$ ) が入力される。

## 【0098】

S710にて、駆動調停器は、駆動トルク指令 ( $\tau a\_out$ ) を実現するための制御を実行する。このとき、パワートレーン制御部は、エンジン140およびトランスミッション240を制御して、駆動トルク指令 ( $\tau a\_out$ ) が実現されるように制御する。以上のようにして、本実施の形態に係る車両の統合制御システムによると、サブシステムを構成する構成要素として要求部と調停部と出力部とを含むようにした。また、車両の各種情報を共有情報として記憶させた。要求部において共有情報に基づいて個々の制御要求を演算し、調停部においては複数の要求部からの要求、および他のサブシステムからの要求を調停して最終的に1つの要求としてまとめ、出力部は、調停部からの要求に従って他のサブシステムなどに出力する機能を有する。共有情報は、要求部などで利用可能な制御システム全体で共有するような情報を記憶させた。要求部で調停部および出力部からなる機能単位をサブシステム1~3として提示し（サブシステム1は、さらに駆動系制御サブシステム、制動系制御サブシステムおよび旋回系制御サブシステムの3つのサブシステムを含む）、このサブシステムを組合せて全体の機能を実現している。各サブシステムは自律的に動作しており、調停部の間における情報の通信で、自らのサブシステムを動作させることができる。

## 【0099】

このような構成としたため、たとえば、自動運転機能などの高度の機能を追加する場合には、その機能を有するサブシステムを追加することのみで（従来からあるサブシステムを修正することなく）実現することができる。すなわち、サブシステム1、サブシステム2に加えて、クルーズコントロールシステムを実現するサブシステム3を追加する場合には、サブシステム1およびサブシステム2のシステム構成を何ら変更することなく、サブシステム3を追加するのみでよい。すなわち、インクリメンタルに機能向上が可能である。

## 【0100】

なお、この場合、従来から存在するサブシステム1およびサブシステム2で変更する部位は、調停部のみでかまわない。また、自律的かつ分散的に動作するサブシステムとしたため、1つのサブシステムの機能が失われた場合であっても、すべての機能が失われることがない。たとえば、サブシステム3または／およびサブシステム2がフェール等で機能を失った場合であっても、サブシステム1が正常に動作していれば、車両として安全に走行することが可能である。

## 【0101】

さらに、自律的かつ分散的に動作するサブシステムで構築される本実施の形態に係る車両の統合制御システムは、分散制御技術との親和性が良好である。分散制御技術とは、機能の物理的な配置に制約されることなく機能を実現する技術である。本実施の形態に係る車両の統合制御システムにおいては、要求、調停、出力の独立性が高いこと、およびサブシステムどうしの独立性が高いことにより、実装のECUの間を超えて、自由に機能配置構造（機能アーキテクチャ）を変更することができる。すなわち、初めからアーキテクチャを固定的に考える必要はなく、ハードウェア構成が決定した後においても、自由にアーキテクチャを変更することができる。たとえば、あるECUにおける要求部を、別のECUの調停部に接続し、さらに別のECUの出力部に接続するというを行なうことにより、ECUの間を超えたサブシステムの構築が可能になる。

## 【0102】

なお、上述したように、各サブシステムの調停器間で適宜情報が通信されるが、この情

報を各サブシステムで共通して使用できるように加工しておく、各サブシステムの調停器において、それぞれの調停用に情報を加工する必要がなくなるので、好ましい。

**【0103】****<第2の実施の形態>**

以下、本発明の第2の実施の形態に係る車両の統合制御システムについて説明する。図13に本実施の形態に係る車両の統合制御システムの制御構造を示す。この図13は、図2に対応する図である。

**【0104】**

図13に示すように、車両の統合は、駆動系制御ユニットとしての主制御系(1)、制動系制御ユニットとしての主制御系(2) および旋回系制御ユニットとしての主制御系(3)の、3つの基本制御ユニットから構成される。

**【0105】**

駆動系制御ユニットである主制御系(1)においては、検知された運転者の要求であるアクセルペダル操作に基づいて、駆動基本ドライバモデルを用いてアクセルペダル操作に対応する駆動系の制御目標が生成されて、アクチュエータが制御される。主制御系(1)においては、運転者のアクセルペダル開度を検知するための検知センサからの入力信号を駆動基本モデルを用いて解析して目標前後加速度 $G_x^*$ (DRV0)を算出する。主制御系(1)においては、アドバイザユニットからの情報に基づいて、目標前後加速度 $G_x^*$ (DRV0)が補正機能ブロックで補正される。さらに、主制御系(1)においては、エージェントユニットからの情報に基づいて、目標前後加速度 $G_x^*$ (DRV0)が調停機能ブロックで調停される。さらに、主制御系(1)においては、主制御系(2)との間で駆動トルクと制動トルクが分配されて、駆動側の目標駆動トルク $\tau_x^*$ (DRV0)が算出される。さらに、主制御系(1)においては、サポータユニットからの情報に基づいて、目標駆動トルク $\tau_x^*$ (DRV0)が調停機能ブロックで調停され、目標駆動トルク $\tau_x^*$ (DRV)が算出される。この目標駆動トルク $\tau_x^*$ (DRV)を発現するようにエンジン100のアクチュエータが制御される。

**【0106】**

制動系制御ユニットである主制御系(2)においては、検知された運転者の要求であるブレーキペダル操作に基づいて、制動基本ドライバモデルを用いてブレーキペダル操作に対応する制動系の制御目標が生成されて、アクチュエータが制御される。

**【0107】**

制動系制御ユニットである主制御系(2)においては、検知された運転者の要求であるブレーキペダル操作に基づいて、制動基本ドライバモデルを用いてブレーキペダル操作に対応する制動系の制御目標が生成されて、アクチュエータが制御される。主制御系(2)においては、運転者のブレーキペダル開度を検知するための検知センサからの入力信号を制動基本モデルを用いて解析して目標前後加速度 $G_x^*$ (BRK0)を算出する。主制御系(2)においては、アドバイザユニットからの情報に基づいて、目標前後加速度 $G_x^*$ (BRK0)が補正機能ブロックで補正される。さらに、主制御系(1)においては、エージェントユニットからの情報に基づいて、目標前後加速度 $G_x^*$ (BRK0)が調停機能ブロックで調停される。さらに、主制御系(2)においては、主制御系(1)との間で駆動トルクと制動トルクとが分配されて制動側の目標制動トルク $\tau_x^*$ (BRK0)が算出される。さらに、主制御系(2)においては、サポータユニットからの情報に基づいて、目標制動トルク $\tau_x^*$ (BRK0)が調停機能ブロックで調停され、目標制動トルク $\tau_x^*$ (BRK)が算出される。この目標制動トルク $\tau_x^*$ (BRK)を発現するようにブレーキ560のアクチュエータが制御される。

**【0108】**

旋回系制御ユニットである主制御系(3)においては、検知された運転者の要求であるステアリング操作に基づいて、旋回基本ドライバモデルを用いてステアリング操作に対応する旋回系の制御目標が生成されて、アクチュエータが制御される。

**【0109】**

旋回系制御ユニットである主制御系（3）においては、検知された運転者の要求であるステアリング操作に基づいて、旋回基本ドライバモデルを用いてステアリング操作に対応する旋回系の制御目標が生成されて、アクチュエータが制御される。主制御系（3）においては、運転者のステアリング角度を検知するための検知センサからの入力信号を旋回基本モデルを用いて解析して目標タイヤ角を算出する。主制御系（3）においては、アドバイザユニットからの情報に基づいて、目標タイヤ角が補正機能ブロックで補正される。さらに、主制御系（3）においては、エージェントユニットからの情報に基づいて、目標タイヤ角が調停機能ブロックで調停される。さらに、主制御系（3）においては、サポータユニットからの情報に基づいて、目標タイヤ角が調停機能ブロックで調停され、目標タイヤ角が算出される。この目標タイヤ角を発現するようにフロントステアリング装置 500 およびリヤステアリング装置 520 のアクチュエータが制御される。

#### 【0110】

さらに、この車両の統合制御システムにおいては、このような自律的に動作する、3つの主制御系（1）（駆動系制御ユニット）と、主制御系（2）（制動系制御ユニット）と、主制御系（3）（旋回系制御ユニット）とに並列的に3つの処理ユニットを有する。第1の処理ユニットはアドバイザ機能を有するアドバイザユニットであって、第2の処理ユニットはエージェント機能を有するエージェントユニットであって、第3の処理ユニットはサポータ機能を有するサポータユニットである。

#### 【0111】

アドバイザユニットは、たとえば、車両の周囲の環境情報または運転者に関する情報に基づいて、各主制御系において用いられる情報を生成して、各主制御系に出力する。エージェントユニットは、予め定められた挙動を車両に実現させるために各主制御系において用いられる情報を生成して、各主制御系に出力する。サポータユニットは、現在の車両の動的状態に基づいて、各主制御系において用いられる情報を生成して、各主制御系に出力する。各主制御系においては、アドバイザユニット、エージェントユニットおよびサポータユニットから入力されたこれらの情報（運転者の要求以外の情報）を車両の運動制御に反映させるか否か、反映させるのであればどの程度まで反映させるのかなどを判断したり、制御目標を補正したり、各制御ユニット間において情報を通信したりする。各主制御系は、自律的に動作しているので、最終的にそれぞれの制御ユニットで、検知した運転者の操作情報、アドバイザユニット、エージェントユニットおよびサポータユニットから入力された情報、各主制御系間で通信された情報により算出された最終的な駆動目標、制動目標および旋回目標に基づいて、パワートレインのアクチュエータ、主ブレーキのアクチュエータおよびステアリングのアクチュエータを制御する。

#### 【0112】

さらに詳しくは、アドバイザユニットは、車両の周囲の環境情報として車両が走行中路面の摩擦抵抗値（ $\mu$  値）や外気温などに基づいて車両の動作特性に対するリスクの度合いを表わす情報を生成したり、運転者を撮像して運転者の疲労状況に基づく運転者の操作に対するリスクの度合いを表わす情報を生成したりする。そのリスクの度合いを表わす情報が、各主制御系に出力される。このリスクの度合いを表わす情報は、どの主制御系でも使用できるようにアドバイザユニットで処理されている。各主制御系においては、アドバイザユニットから運転者の要求以外に入力されたリスクに関する情報を車両の運動制御に反映させるか否か、反映させるのであればどの程度まで反映させるのかなどの処理が行なわれる。

#### 【0113】

さらに詳しくは、エージェントユニットは、車両を自動的に運転する自動運転機能を実現するための情報を生成する。その自動運転機能を実現するための情報が、各主制御系に出力される。各主制御系においては、処理ユニットから運転者の要求以外に入力された自動運転機能を実現するための情報を車両の運動制御に反映させるか否か、反映させるのであればどの程度まで反映させるのかなどの処理が行なわれる。

#### 【0114】

さらに詳しくは、サポータユニットは、現在の車両の動的状態を把握して、各主制御系における目標値を修正するための情報を生成する。その目標値を修正するための情報が、各主制御系に出力される。各主制御系においては、処理ユニットから運転者の要求以外に入力された動的状態に基づく目標値を修正するための情報を車両の運動制御に反映させるか否か、反映させるのであればどの程度まで反映させるのかなどの処理が行なわれる。

#### 【0115】

図2に示すように、主制御系(1)、主制御系(2)および主制御系(3)の基本制御ユニット、アドバイザユニット、エージェントユニットおよびサポータユニットの支援ユニットは、いずれも自律的に動作するように構成されている。主制御系(1)をPT(Power Train)系と、主制御系(2)をECB(Electronic Controlled Brake)系と、主制御系(3)をSTR(Staring)系と記載し、アドバイザユニットの一部とエージェントユニットの一部とをDSS(Driving Support System)系と記載し、アドバイザユニットの一部とエージェントユニットの一部とサポータユニットの一部とをVDM(Vehicle Dynamics Management)系と記載している。

#### 【0116】

図14～図16に、この図13に示す車両の統合制御システムを実現する場合の実現構造を示す。この図14～図16は、図3～図5に対応する図である。

#### 【0117】

本発明に係る車両の統合制御システムにおいては、自律的かつ並列的に動作する複数のサブシステムで構成され、そのサブシステムには、それぞれ調停機能を有する調停部を有する。図1と図13とは、異なる制御構造を有するものであるが、図3～図5は、図14～図16とを比較するとわかるように、制御構造の異なりを調停器の違いとして実現したものである。すなわち、各サブシステムにおいては、各種情報から車両の駆動系、制動系および旋回系に対する要求を生成する要求部と、各サブシステムの要求部で生成された要求を調停する調停部と、調停された目標値を出力する出力部とから構成した。これらの要求部、調停部および出力部は、ソフトウェアで実現されるソフトウェアモジュールで実現している。

#### 【0118】

このような構成を有するので、図2に示す制御構造を、図13に示す制御構造に変更する場合であっても、同じ要求部、同じ出力部を用いて、調停部を変更するのみで、異なる制御構造を実現することができる。これは、各サブシステムにおいて、制御機能を、要求部、調停部、出力部という3つに分割する場合、一般的には、これらを適切に分割するための基準は、一義的に決定されやすい。このなかでも、要求部と出力部とは、異なるサブシステム間においてもある程度同じ機能を有するので、固定的な機能単位として処理できる可能性が高い。逆に、調停部のロジックや調停部どうしの結合の方法を変更することにより、制御構造の大きな変更(図2を図13のように変更)に対応することができる。すなわち、一旦、要求部、調停部および出力部に適切に分割してシステムを構築してしまうと、その後の変更は、調停部、調停部どうしの接続等、調停部に関する変更のみで対応が可能となり、容易にシステム変更できることになる。

#### 【0119】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0120】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る車両の統合制御システムが搭載された車両の平面図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る車両の統合制御システムの制御構造を示す概念図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態に係る車両の統合制御システムの実現構造を示す図（その 1）である。

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態に係る車両の統合制御システムの実現構造を示す図（その 2）である。

【図 5】本発明の第 1 の実施の形態に係る車両の統合制御システムの実現構造を示す図（その 3）である。

【図 6】図 3 のサブシステム 3 において実行されるプログラムの制御構造を示すフローチャート（その 1）である。

【図 7】図 3 のサブシステム 3 において実行されるプログラムの制御構造を示すフローチャート（その 2）である。

【図 8】図 4 のサブシステム 2 において実行されるプログラムの制御構造を示すフローチャート（その 1）である。

【図 9】図 4 のサブシステム 2 において実行されるプログラムの制御構造を示すフローチャート（その 2）である。

【図 10】図 5 のサブシステム 1 において実行されるプログラムの制御構造を示すフローチャート（その 1）である。

【図 11】図 5 のサブシステム 1 において実行されるプログラムの制御構造を示すフローチャート（その 2）である。

【図 12】図 5 のサブシステム 1 において実行されるプログラムの制御構造を示すフローチャート（その 3）である。

【図 13】本発明の第 2 の実施の形態に係る車両の統合制御システムの制御構造を示す概念図である。

【図 14】本発明の第 2 の実施の形態に係る車両の統合制御システムの実現構造を示す図（その 1）である。

【図 15】本発明の第 2 の実施の形態に係る車両の統合制御システムの実現構造を示す図（その 2）である。

【図 16】本発明の第 2 の実施の形態に係る車両の統合制御システムの実現構造を示す図（その 3）である。

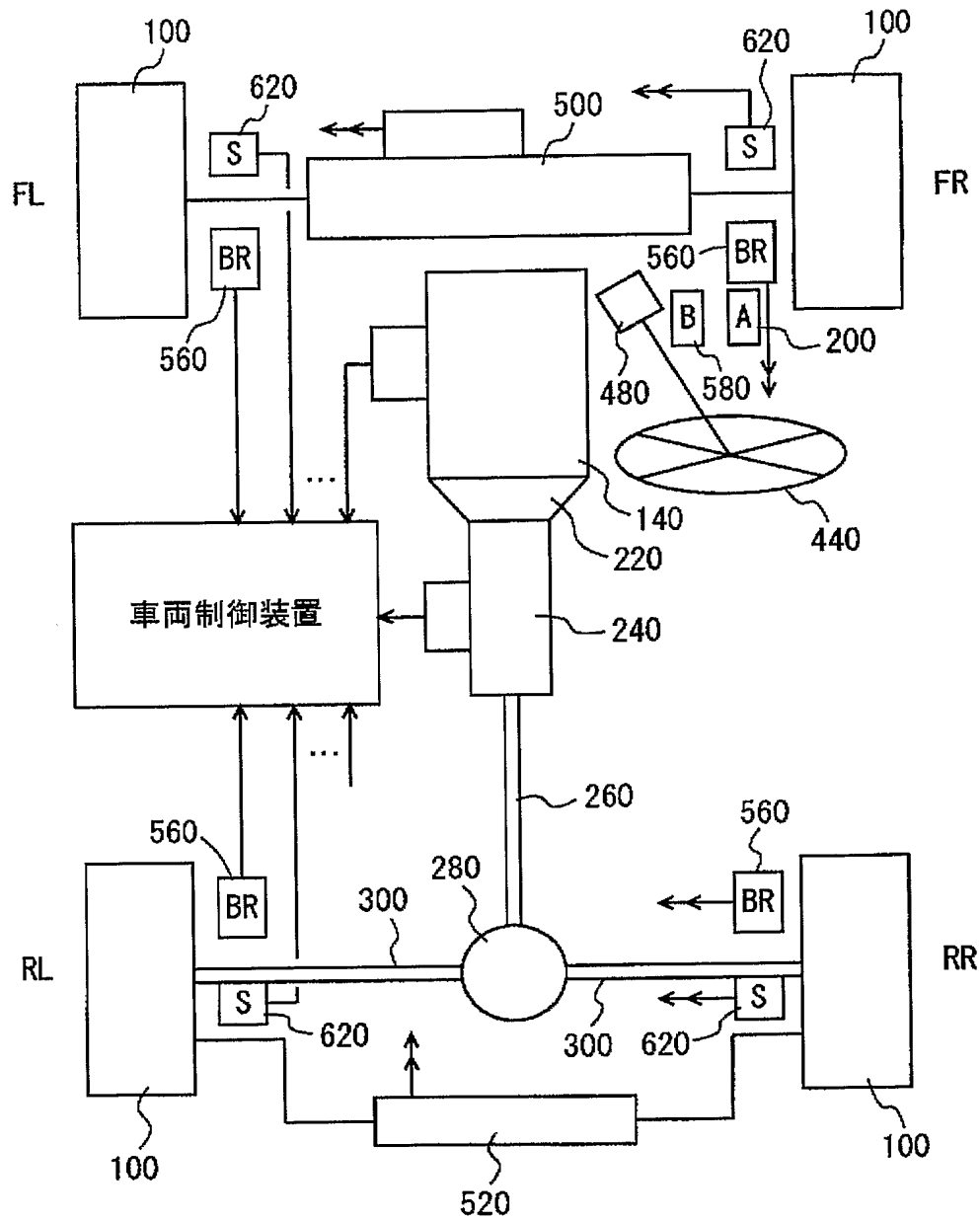
【符号の説明】

【0121】

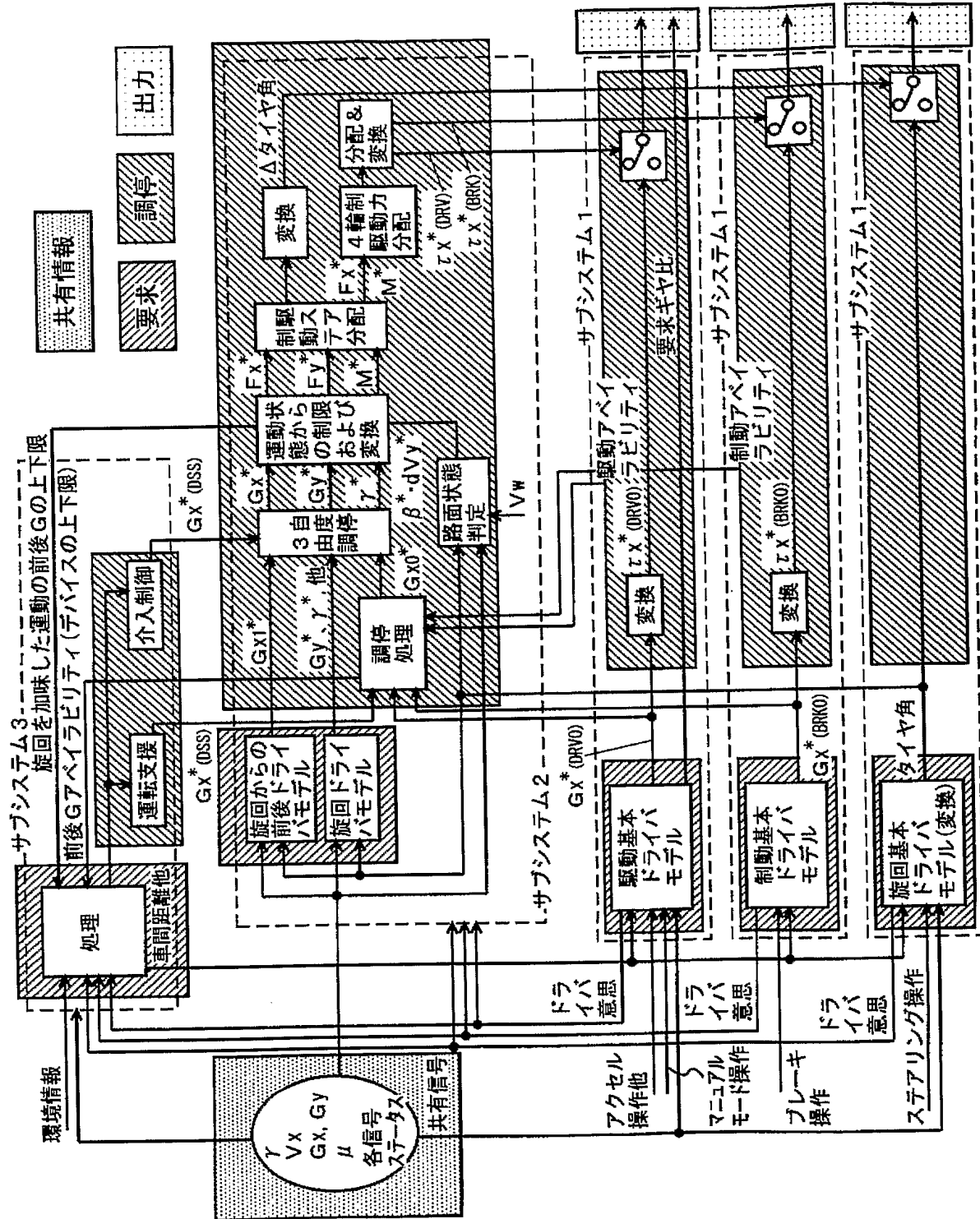
100 車輪、140 エンジン、200 アクセルペダル、220 トルクコンバータ、240 トランスミッション、260 プロペラシャフト、280 デファレンシャル、300 ドライブシャフト、440 ステアリングホイール、480 旋回反力付与装置、500 フロントステアリング装置、520 リヤステアリング装置、560 ブレーキ、580 ブレーキペダル、620 サスペンション。

【書類名】 図面

【図 1】

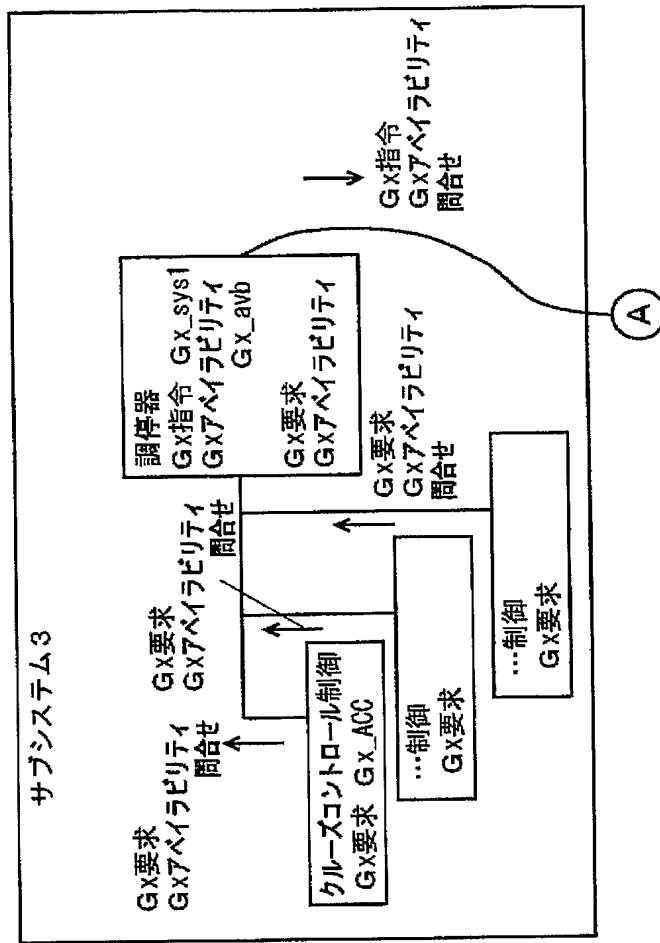


【図 2】

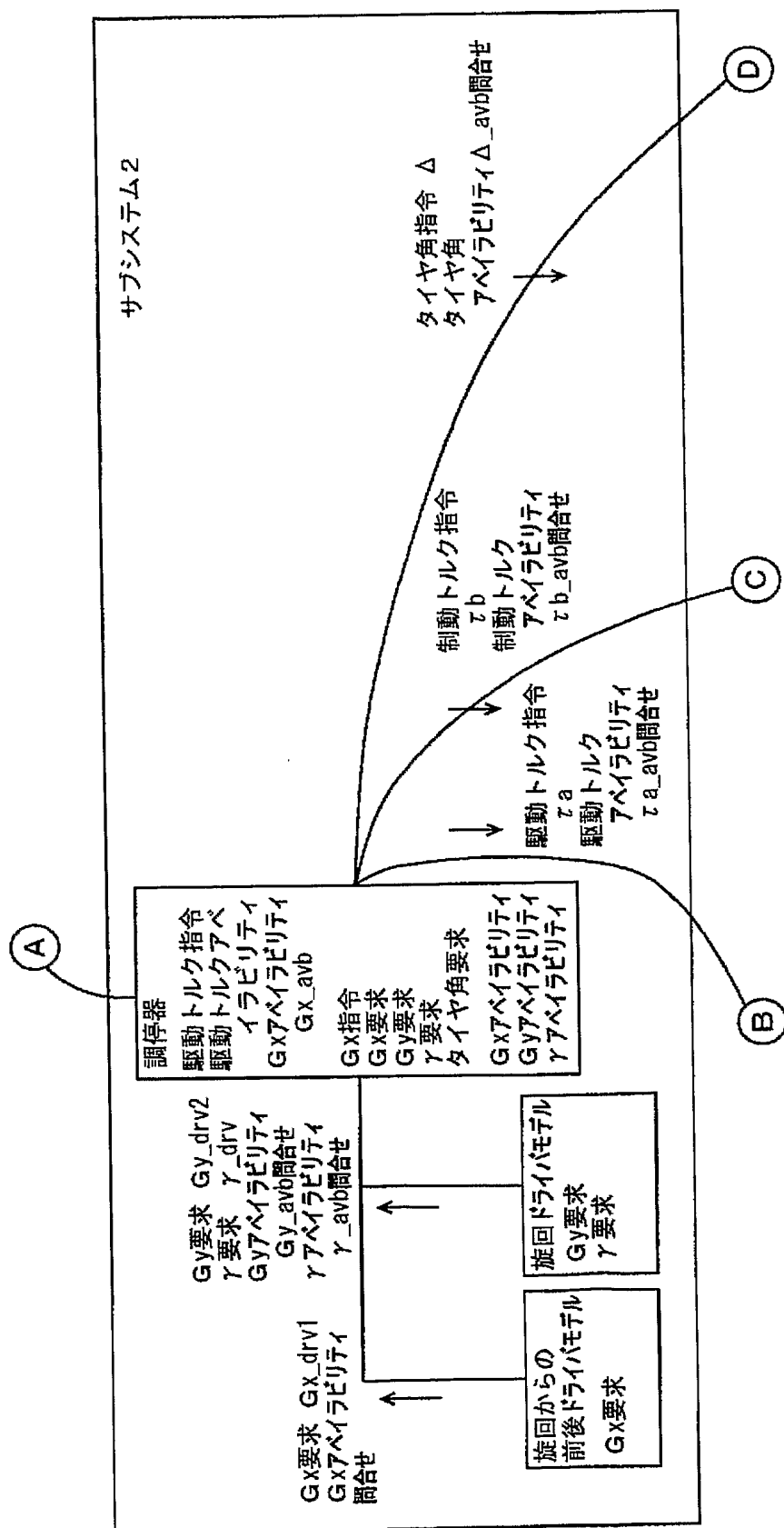




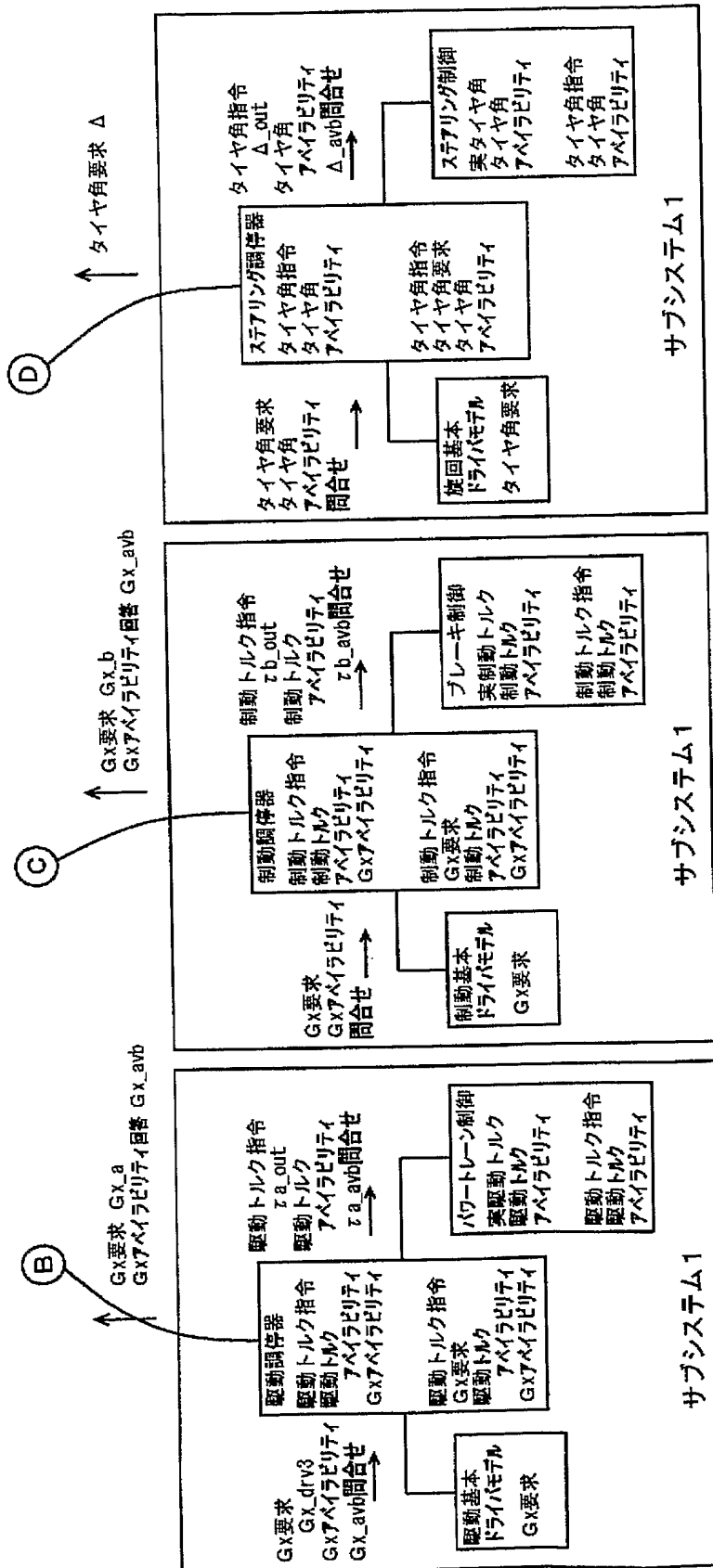
【図 3】



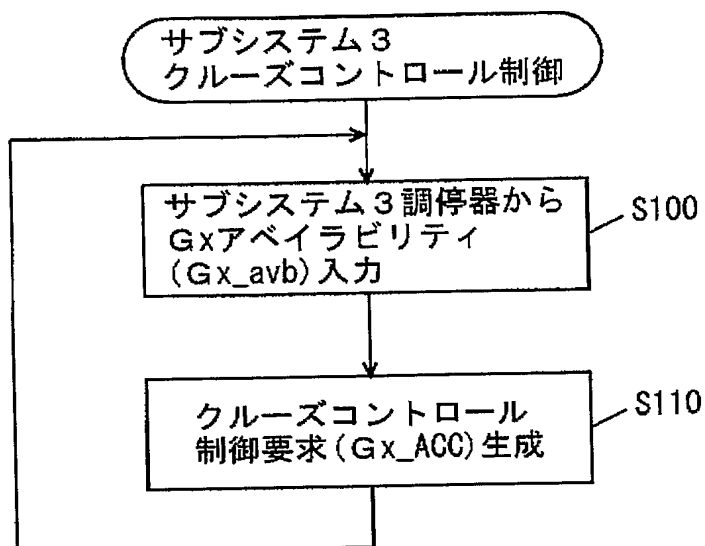
【図 4】



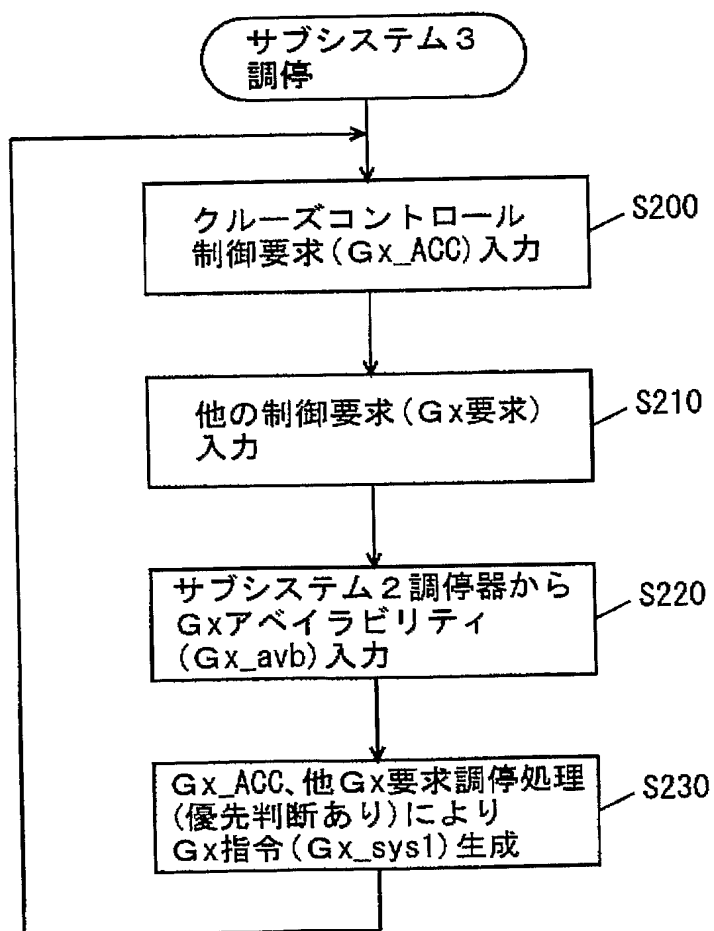
【図 5】



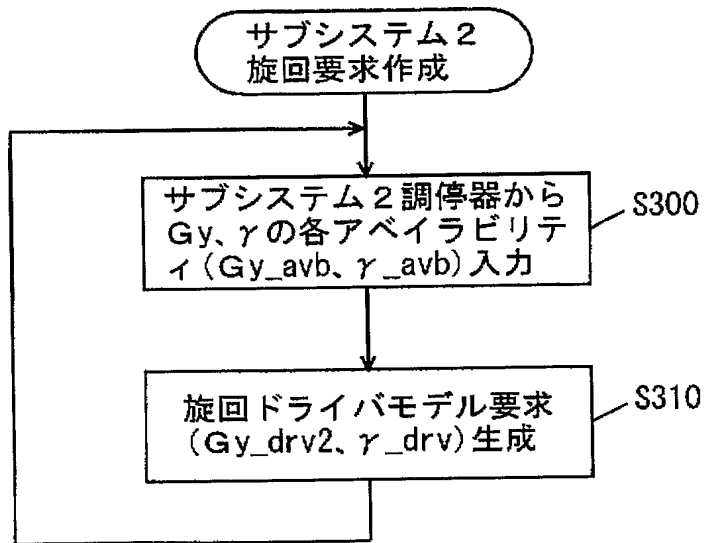
【図 6】



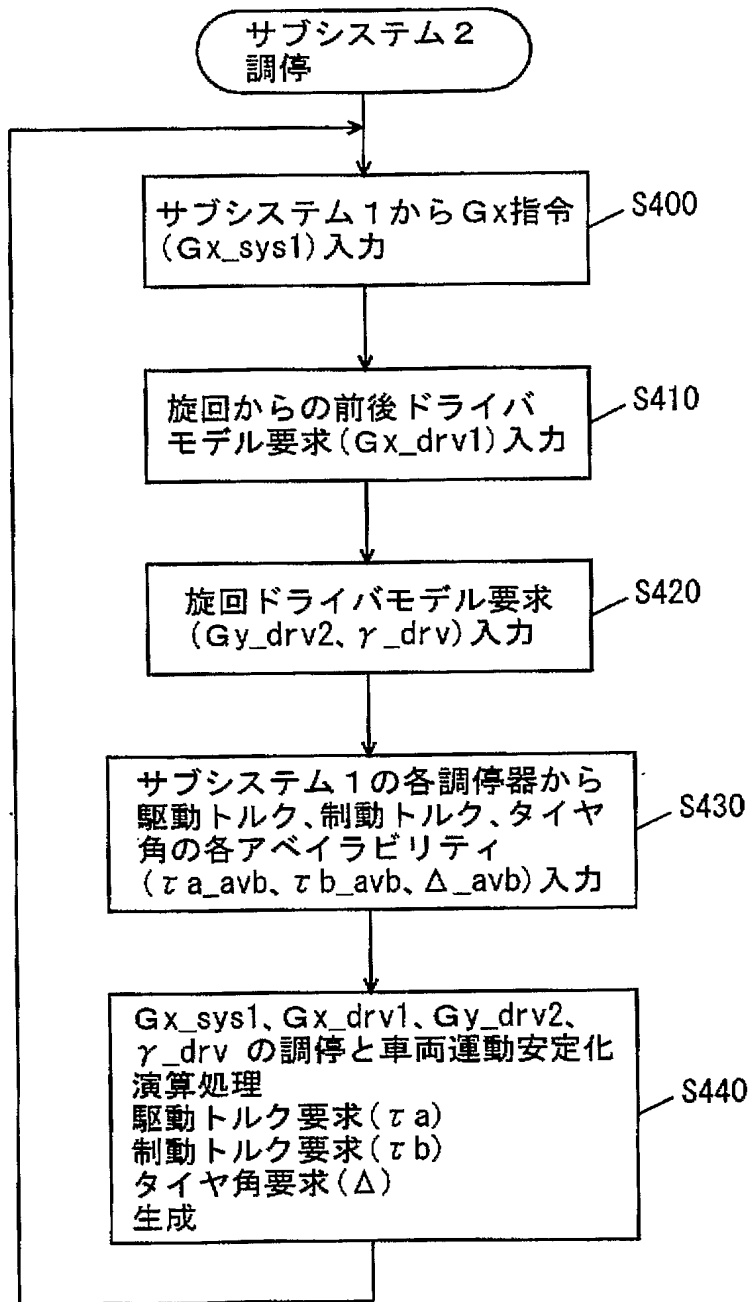
【図 7】



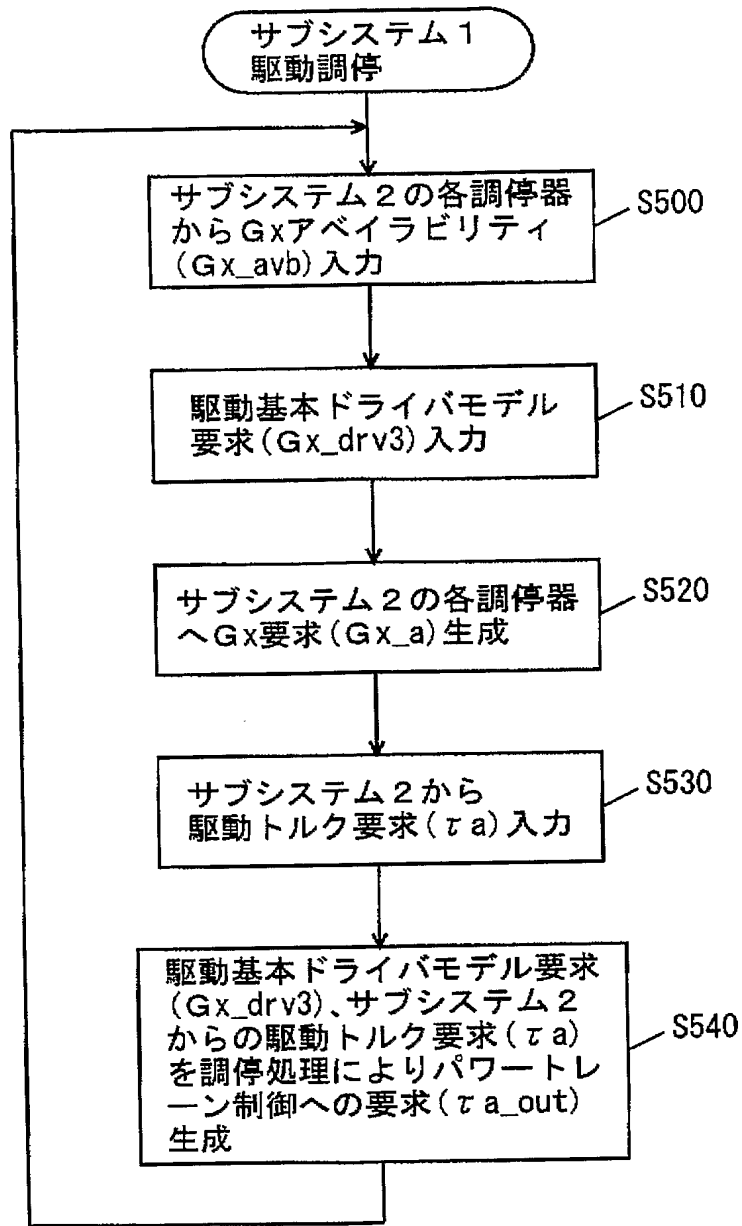
【図 8】



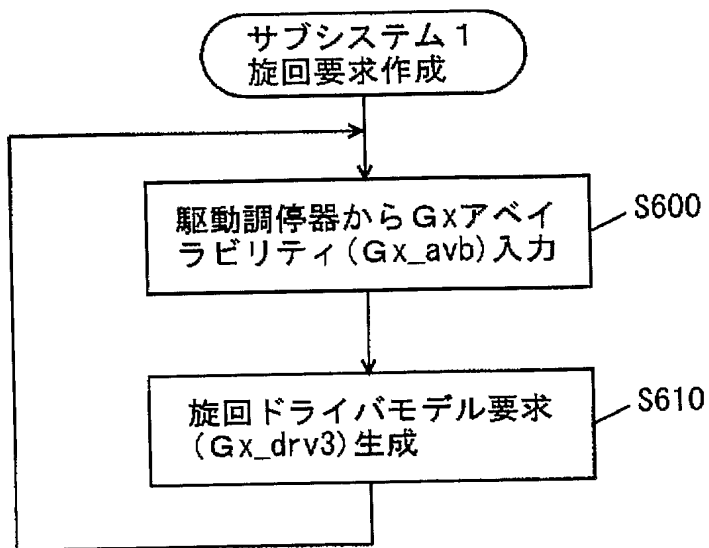
【図 9】



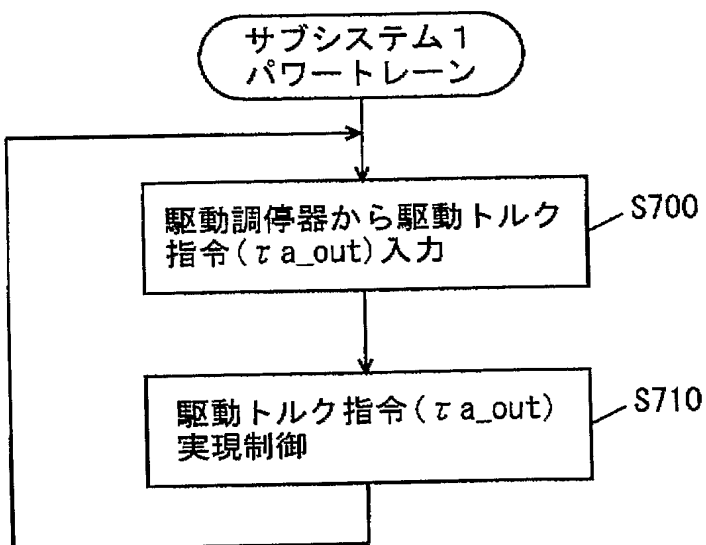
【図 10】



【図 11】

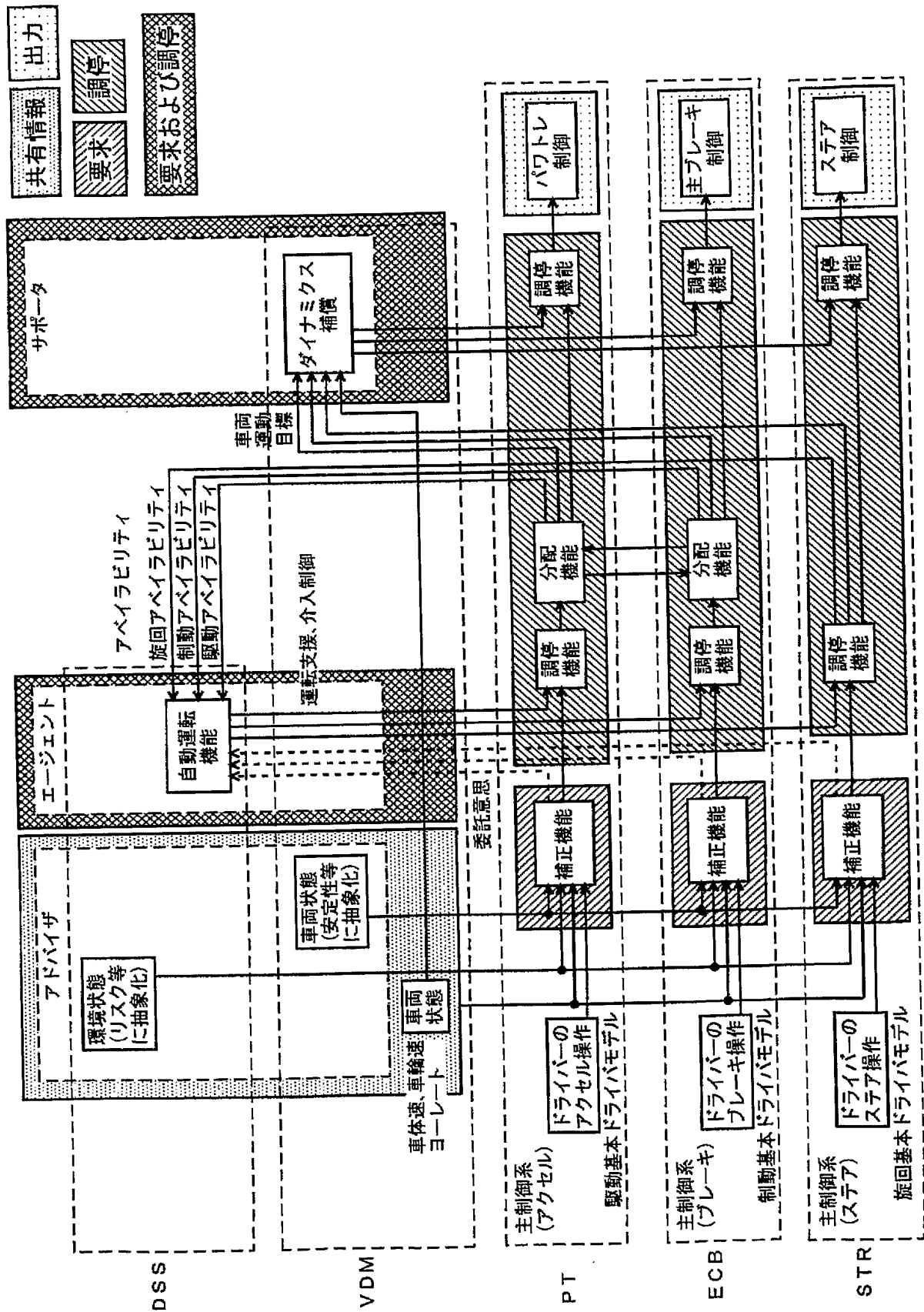


【図 12】

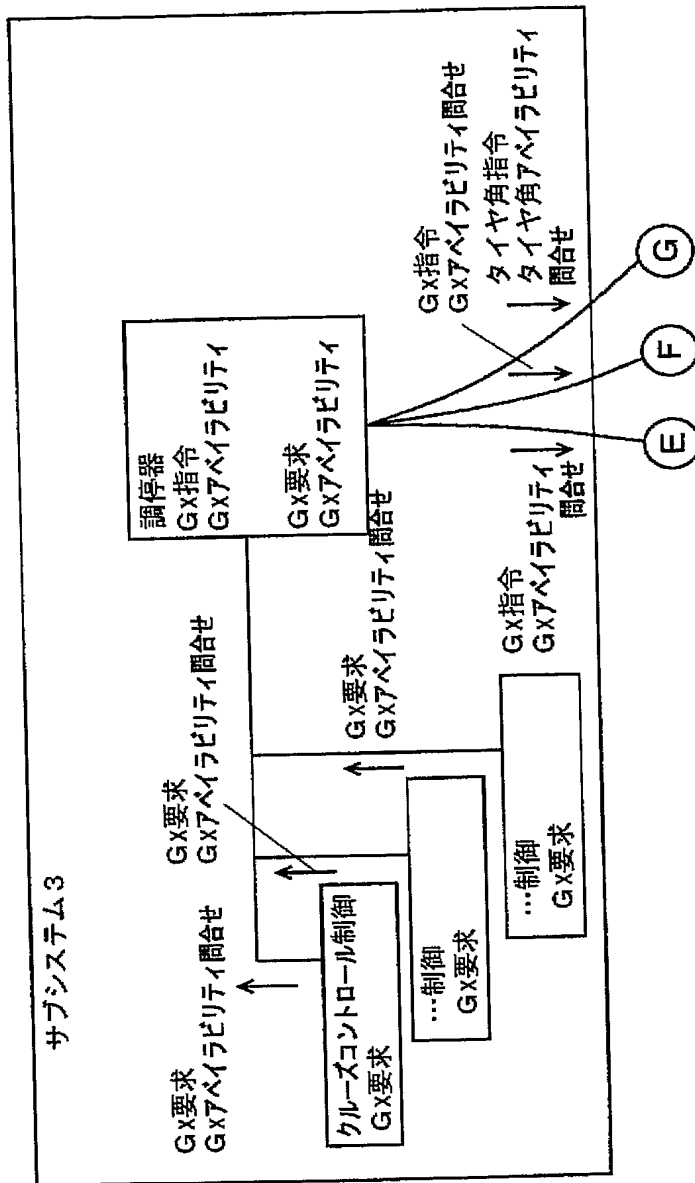




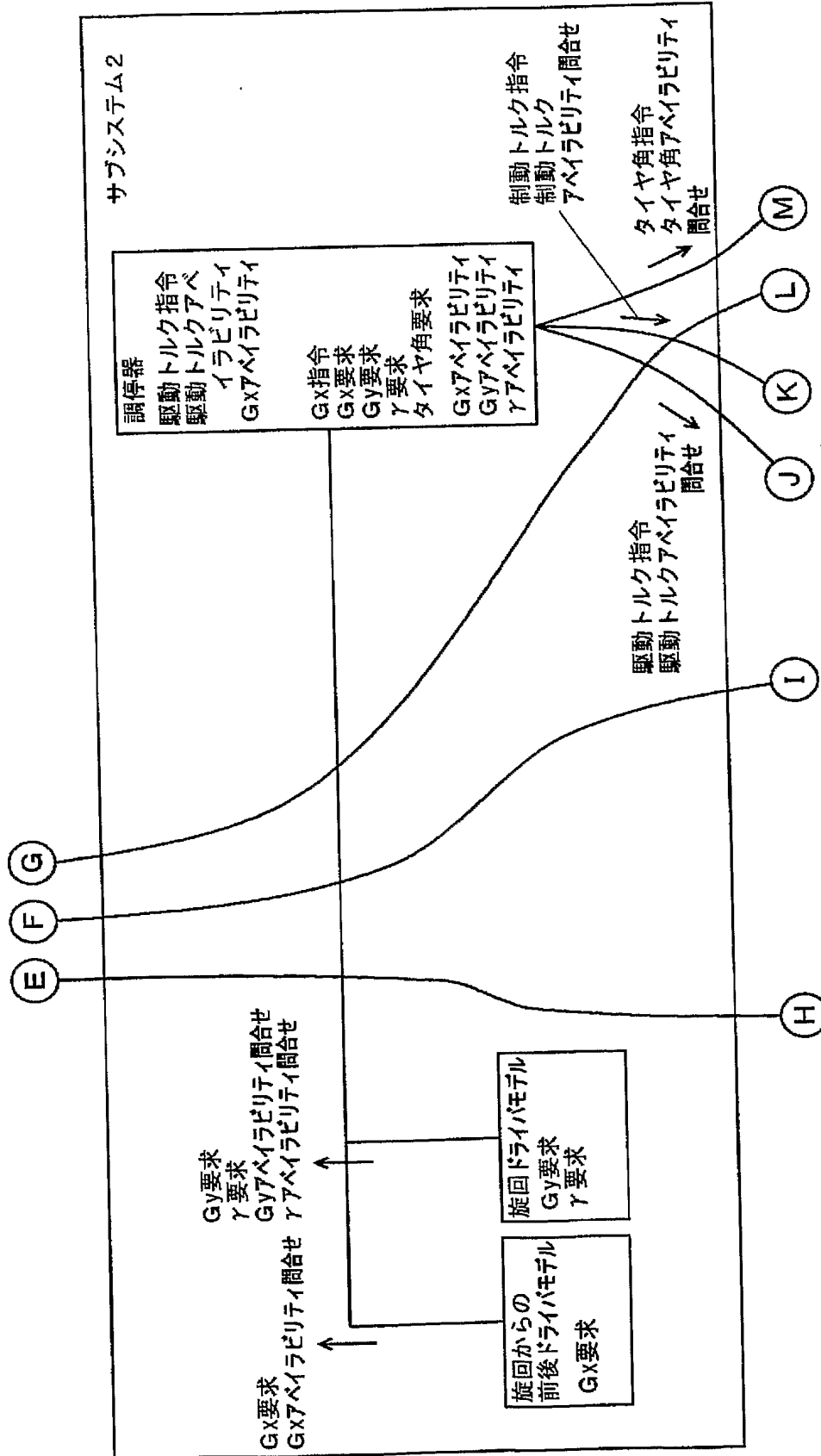
【図 13】



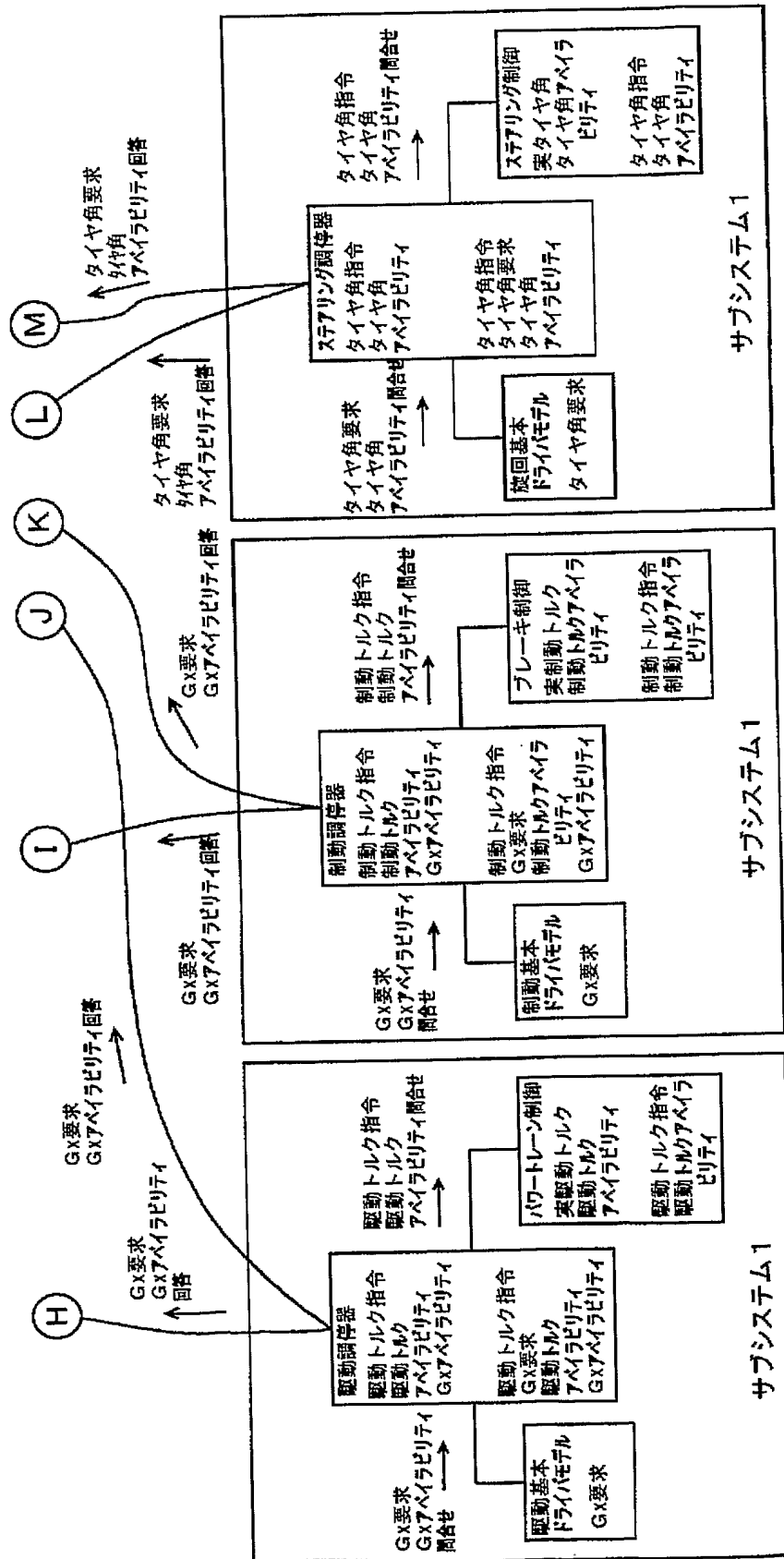
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 フェイルセーフ性を向上させるとともに、車両制御機能の追加に容易に対応可能な、車両の統合制御システムを提供する。

【解決手段】 統合制御システムは、駆動系を制御する駆動系制御サブシステム、制動系を制御する制動系制御サブシステムおよび旋回系を制御する旋回系制御サブシステムを含むサブシステム 1 と、現在の車両の動的状態を安定化させるサブシステム 2 と、自動運転などの運転支援機能を実現するサブシステム 3 と、共有信号を記憶する記憶部とを含み、各サブシステムは、要求部と調停部と出力部とを含む。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 4 3 0 2 3 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
氏 名	トヨタ自動車株式会社